

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**SABRINA DAMIANI LUIZ**

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE ESMALTE ACRÍLICO**  
**IMOBILIÁRIO BASE ÁGUA PARA APLICAÇÃO EM SUBSTRATOS**  
**DE DIFÍCIL ADESÃO E AMBIENTES ÚMIDOS**

**CRICIÚMA – SC.**  
**2017**

**SABRINA DAMIANI LUIZ**

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE ESMALTE ACRÍLICO  
IMOBILIÁRIO BASE ÁGUA PARA APLICAÇÃO EM SUBSTRATOS  
DE DIFÍCIL ADESÃO E AMBIENTES ÚMIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
para obtenção do grau de Engenheira Química  
no curso de Engenharia Química da  
Universidade do Extremo Sul Catarinense  
UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Michael Peterson.

**CRICIÚMA – SC.  
2017**

**SABRINA DAMIANI LUIZ**

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE ESMALTE ACRÍLICO  
IMOBILIÁRIO BASE ÁGUA PARA APLICAÇÃO EM SUBSTRATOS  
DE DIFÍCIL ADESÃO E AMBIENTES ÚMIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheira Química no Curso de Graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense UNESC, com Linha de Pesquisa em Tintas.

Criciúma, 29 de junho de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Michael Peterson – Engenheiro Químico – (UNESC) - Orientador

---

Rosita Manoel Luciano – Ma. Engenharia de Materiais – Resicolor Tintas

---

Prof<sup>a</sup>. Juliana Pavei Pizzolo – Ma. Engenheira Química (UNESC)

**Dedico esta conquista à minha família, especialmente ao meu pai Dair Gerônimo Luiz, minha mãe Salete Damiani Luiz (in memoriam) e meu irmão Rodrigo Damiani Luiz. Por serem eles razão da minha existência e persistência em todos os momentos dessa jornada.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus que com todas as Suas bênçãos tornou possível a realização deste trabalho. Por ter me concedido saúde e forças para que eu pudesse vencer todas as dificuldades desta caminhada.

Ao meu pai Dair por seu amor, zelo e paciência; à minha mãe Salete (in memorian) por ter cumprido maravilhosamente sua missão me proporcionando tudo o que eu precisei. (Mãe, como você faz falta!).

Ao meu irmão Rodrigo, à minha cunhada Cristiane Nunes Vieira e ao meu sobrinho Rafael pelo amor incondicional e recíproco, pelo carinho e incentivo.

À Rosita Luciano e à Graziela Pandolfo pela ajuda, sempre esclarecendo minhas dúvidas, e por todo conhecimento transmitido; e à Empresa Resicolor Tintas por ter me acolhido tornando possível este trabalho e por ter me apoiado na conclusão desta graduação.

Às minhas queridas colegas de trabalho pela parceria, ajuda e incentivo.

Ao Professor Dr. Michael Peterson, pela orientação e apoio. E a todos os professores que ensinaram muito mais que o conteúdo.

Aos meus colegas de sala, que jamais serão esquecidos, pelo companheirismo, pela troca de conhecimento e por me fazerem rir naqueles momentos em que pensávamos ser impossível resolver muitas questões.

Às minhas amigas pelos empurrões e cobranças, por estarem ao meu lado em todas as horas e por torcerem por mim.

À Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) pelo apoio técnico e auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

E a todos que porventura não foram aqui citados, mas que de alguma maneira participaram da minha formação, o meu muito obrigado.

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido.”

Marie Curie

## RESUMO

Durante o processo de renovação de ambientes, em muitos casos, encontra-se a necessidade da remoção de azulejos e pisos antigos, essa atividade apresenta principalmente a desvantagem da geração de quantidade considerável de resíduos além de ser uma tarefa trabalhosa. Uma alternativa a esse procedimento é a pintura desses substratos. Fundamentado nesta ideia, o estudo para o desenvolvimento de uma formulação de esmalte acrílico imobiliário base água, busca inovação tecnológica com foco em funcionalidade, performance e sustentabilidade. O estudo proposto trata da avaliação do desempenho deste esmalte, no qual possui acabamento brilhante e é indicado para aplicação em ambientes externos e internos sobre pisos cimentícios e sobre superfícies de difícil adesão como vidros, azulejos e outros revestimentos cerâmicos dos quais geralmente são utilizados em ambientes úmidos e/ou com tráfego leve a médio. Tendo como base a especificação, desempenho, finalidade e aplicação desejadas, surgiu a necessidade de garantir que o mesmo tenha propriedades de boa aderência na superfície aplicada e que resista a ambientes úmidos. Para assegurar o comportamento e o bom desempenho da tecnologia proposta, o esmalte acrílico imobiliário base água foi submetido a diversos ensaios laboratoriais além de ser avaliado através de aplicações sobre substratos conforme sugerido pelo trabalho.

Nesse sentido, destacam-se os ensaios de determinação da aderência e resistência a abrasão pelo método de queda de abrasivo, com o intuito de certificar a adesão a superfícies lisas, determinação de propriedades de transmissão de vapor de água e a determinação da absorção de água por capilaridade, para certificar a possibilidade de uso em ambientes úmidos. A maioria das avaliações seguiu metodologias de ensaio baseadas em normas NBR ou ISO, visando certificar que o esmalte atenderia as especificações e indicações de uso.

**Palavras chave:** Tintas. Base Água. Esmalte Acrílico. Aderência. Resistência.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Faturamento e volume produzido por seguimento do setor de tintas. ....	20
Figura 2 – Fluxograma dos constituintes da tinta.....	22
Figura 3 – Possíveis caminhos para aumentar a adesão.....	29
Figura 4 – Mecanismo esquemático dos promotores de adesão. ....	29
Figura 5 – Mecanismo do promotor de adesão para repintura.....	30
Figura 6 - Mecanismo do promotor de adesão para substratos metálicos .....	30
Figura 7 – Fluxograma da produção de tinta base água. ....	35
Figura 8 – Fluxograma do processo de obtenção e avaliação dos resultados.....	37
Figura 9 – Viscosímetro de Krebs Stormer .....	40
Figura 10 – pHmetro de bancada.....	40
Figura 11 - Picnômetro e avaliação da massa específica. ....	41
Figura 12 – Conjunto aplicador de filme automático, extensor e cartela. ....	42
Figura 13 – Medidor de Brilho (Glossmeter). ....	44
Figura 14 – Destacamento na área quadriculada. ....	45
Figura 15 - Máquina de abrasão. ....	46
Figura 16 - Câmara UV de teste de envelhecimento acelerado.b .....	47
Figura 17 – Espaço colorimétrico CIE L*a*b*.....	49
Figura 18 - Gráfico da variação de brilho ao longo do tempo no ensaio de resistência ao vapor de água. ....	54
Figura 19 – Gráfico da variação da viscosidade durante estabilidade. ....	57
Figura 20 – Gráfico dos resultados de absorção de água por capilaridade. ....	60
Figura 21 – Gráfico dos resultados da resistência a abrasão por queda de abrasivo .....	64
Figura 22 – Gráfico dos resultados para grau de amarelamento. ....	66
Figura 23 – Gráfico da variação do brilho em exposição ao intemperismo acelerado .....	67



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Faturamento da produção de tintas por seguimento nos últimos anos. ....	21
Tabela 2- Volume da produção de tinta por seguimento nos últimos anos. ....	21
Tabela 3 – Identificação das amostras, dosagens e processo utilizado. ....	38
Tabela 4 – Caracterização inicial das amostras. ....	51
Tabela 5 – Resultados da determinação de aderência sobre vidro e sobre azulejo .	52
Tabela 6 – Resultado resistência a abrasão úmida. ....	52
Tabela 7 - Avaliação de brilho em UB durante ensaio de resistência ao vapor de água. ....	54
Tabela 8 – Determinação da aderência após exposição ao vapor de água. ....	55
Tabela 9 – Comportamento da viscosidade em KU durante ensaio de estabilidade.	56
Tabela 10 – Variação do brilho em UB na estabilidade. ....	58
Tabela 11 – Resultados de absorção de água por capilaridade em $\text{g/m}^2$ . ....	60
Tabela 12 – Resultados de coeficiente de capilaridade $W$ em $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ . ....	61
Tabela 13 – Classificação quanto a velocidade de transmissão da água líquida. ....	61
Tabela 14 – Resultados de propriedades de transmissão de vapor de água. ....	62
Tabela 15 – Classificação quanto à velocidade de transmissão de vapor de água. .	63
Tabela 16 – Resultados do produto de $W \times S_d$ . ....	63
Tabela 17 – Resultados da resistência a abrasão por queda de abrasivo. ....	64
Tabela 18 – Resultados do grau de amarelamento em exposição ao intemperismo acelerado – valores de $b^*$ . ....	65
Tabela 19 – Resultados da variação do brilho em UB ao longo do tempo de exposição ao intemperismo acelerado. ....	67
Tabela 20 - Resultados obtidos para o ensaio de resistência ao desenvolvimento de fungos. ....	68
Tabela 21 – Critério de avaliação para crescimento de microorganismos. ....	68
Tabela 22 – Caracterização final da proposta aprovada. ....	69

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

OEM	Original Engineer Manufactured
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
ISO	International Organization for Standardization
UB	Unidades de Brilho
KU	Krebs Units ou Unidades Krebs
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
NP	Norma Portuguesa
EN	Norma Européia
PVA	Poliacetato de vinila
PVC	Policloreto de vinila
UV	Ultravioleta
CIE	International Commission on Illumination

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
1.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA .....	15
2 OBJETIVOS .....	16
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
3.1 BREVE DESCRIÇÃO DA HISTÓRIA DA TINTA NO MUNDO .....	17
3.2 HISTÓRICO BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DE TINTAS .....	18
3.3 O MERCADO DE TINTAS E VERNIZES .....	19
3.4 COMPOSIÇÃO BÁSICA DAS TINTAS .....	21
3.4.1 Definição de tinta.....	21
3.4.2 Resinas .....	22
3.4.2.1 Resinas Acrílicas.....	23
3.4.3 Pigmentos e cargas minerais .....	24
3.4.4 Aditivos.....	26
3.4.4.1 Aditivos de Reologia.....	26
3.4.4.2 Aditivos de Processo .....	27
3.4.4.3 Aditivos de preservação .....	28
3.4.4.4 Aditivos promotores de adesão .....	28
3.4.4.4.1 Adesão das tintas.....	28
3.4.4.4.2 Possibilidades de melhor adesão.....	28
3.4.4.4.3 Promotores de adesão .....	29
3.4.4.4.4 Diferentes mecanismos dos promotores de adesão .....	30
3.4.5 Solventes.....	31
3.5 MECANISMOS DE FORMAÇÃO DA PELÍCULA DA TINTA.....	31
3.5.1 Evaporação do solvente .....	32
3.5.2 Coalescência.....	32
3.6 DEFEITOS E FALHAS MAIS COMUNS EM TINTAS .....	32
3.7 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO .....	33
3.7.1 Tintas para revestimentos base água - linha imobiliária.....	34
3.8 TECNOLOGIAS INOVADORAS NA ÁREA DE TINTAS .....	35

4 MATERIAIS E MÉTODOS .....	37
4.1 ENSAIOS NA TINTA LÍQUIDA.....	39
4.1.1 Viscosidade .....	39
4.1.2 Medida de pH .....	40
4.1.3 Determinação da massa específica .....	41
4.1.4 Poder de cobertura úmida .....	41
4.1.5 Estabilidade acelerada .....	42
4.1.6 Aplicação.....	43
4.2 ENSAIOS NA PELÍCULA SECA .....	43
4.2.1 Cobertura seca.....	43
4.2.2 Determinação do brilho .....	44
4.2.3 Determinação da aderência .....	44
4.2.4 Determinação da resistência à abrasão úmida .....	45
4.2.5 Poder de cobertura de tinta seca .....	46
4.2.6 Resistência a radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado .....	46
4.2.7 Determinação da absorção de água por capilaridade .....	47
4.2.8 Determinação de propriedades de transmissão de vapor de água .....	47
4.2.9 Resistência a abrasão por queda de abrasivo .....	48
4.2.10 Resistência ao vapor de água .....	48
4.2.11 Determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental .....	49
4.2.12 Resistência ao crescimento de fungos na superfície de revestimentos em câmara tropical.....	49
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	51
5.1 CARACTERIZAÇÃO INICIAL DAS AMOSTRAS DOSIFICADAS .....	51
5.2 ENSAIOS PREMILIMINARES DE DESEMPENHO .....	51
5.2.1 Determinação da aderência .....	51
5.2.2 Resistência a abrasão úmida .....	52
5.2.3 Resistência ao vapor de água .....	53
5.2.3.1 Avaliação do comportamento do brilho ao longo do tempo em exposição ao vapor de água .....	53
5.2.3.2 Determinação da aderência após exposição ao vapor de água.....	55
5.2.4 Estabilidade acelerada .....	56
5.2.4.1 Comportamento da viscosidade durante ensaio de estabilidade .....	56
5.2.4.2 Comportamento do brilho durante ensaio de estabilidade .....	57

5.3 CONSIDERAÇÕES DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	58
5.4 ENSAIOS ESPECÍFICOS DE DESEMPENHO .....	59
5.4.1 Determinação da absorção de água por capilaridade .....	59
5.4.2 Determinação de propriedades de transmissão de vapor de água .....	62
5.4.3 Resistência a abrasão por queda de abrasivo .....	64
5.4.4 Resistência a radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado ..	65
5.4.4.1 Variação de cor - Avaliação do grau de amarelamento.....	65
5.4.4.2 Variação do brilho em exposição ao intemperismo acelerado .....	66
5.4.5 Resistência ao desenvolvimento de fungos .....	68
5.5 CARACTERIZAÇÃO FINAL DA PROPOSTA APROVADA.....	69
6 CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	71

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa e o estudo de novas tecnologias permitem obter tintas com características diferenciadas e também sustentáveis, seja em sua formulação ou através dos benefícios que sua aplicação pode promover. Para isso, é necessário uma escolha detalhada das matérias primas e realizar o balanço entre os componentes da formulação, sabendo da interação existente entre os mesmos.

Atualmente, há grande oferta de diversos tipos de tintas para as mais diversas superfícies, entretanto, substratos como vidros, azulejos e outros revestimentos cerâmicos possuem superfície das quais tintas acrílicas convencionais não podem ser utilizadas em sua pintura pela falta de aderência, devido à baixa ou nula porosidade que estas superfícies apresentam.

Desta forma, o trabalho realizado junto ao laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento da empresa Resicolor Tintas teve o objetivo de desenvolver uma tinta acrílica especial para substratos ditos “vitrificados” de difícil adesão que por muitas vezes estão localizados em ambientes com alta taxa de umidade, como banheiros e cozinhas, e para substratos que exigem boa aderência quando em locais expostos ao tráfego como em pisos cerâmicos e cimentícios. Nesse sentido, apresentou-se uma única formulação da tinta com diferentes percentuais adicionados do promotor de adesão a fim de obter a dosagem ótima deste componente ativo.

A busca desta dosagem ótima exigiu a avaliação de desempenho das propriedades de aderência, resistência a abrasão úmida, resistência ao vapor de água. Além disso, fez-se necessário o estudo de parâmetros específicos como a resistência a abrasão pelo método queda de abrasivo, a determinação de propriedades de transmissão de vapor de água, determinação da absorção de água por capilaridade, resistência à radiação ultravioleta e condensação de água pelo ensaio acelerado e resistência ao desenvolvimento de fungos.

A pesquisa e utilização de diversas normas nacionais e internacionais para execução dos ensaios foram essenciais na condução deste trabalho, tendo como meta certificar-se que a tinta tem condições de executar sua função, desafiando seu desempenho de diversas formas.

## 1.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA

As questões ambientais e assuntos como a sustentabilidade, atualmente, são temas dos quais são tratados como peças fundamentais mesmo antes do planejamento de desenvolvimento de qualquer produto.

Visto que durante o processo de renovação de ambientes, em muitos casos, encontra-se a necessidade da remoção de revestimentos cerâmicos antigos e que essa atividade apresenta principalmente a desvantagem da geração de grande quantidade de resíduos, propõe-se como alternativa a esse procedimento a pintura desses substratos.

Assim, o esmalte acrílico base água que é tema deste trabalho, foi desenvolvido com este propósito, buscando-se inovação tecnológica com foco em sustentabilidade. Por ser base água, obtém-se também a vantagem de produzir menor emissão de compostos e vapores prejudiciais ao ser humano e ao meio ambiente.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho visa desenvolver, caracterizar e avaliar o desempenho de uma tinta acrílica brilhante base água para pintura de azulejos, vidro, pisos cerâmicos e cimentícios.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desenvolver uma tinta base água brilhante para aplicação em superfícies de difícil adesão.
- Apresentar diferentes propostas desta tinta por meio da variação das dosagens do componente ativo.
- Realizar ensaios de caracterização e desempenho das propostas.
- Avaliar resultados dos ensaios de desempenho para estabelecer a dosagem ótima.
- Avaliar desempenho da melhor proposta por meio de ensaios específicos.
- Avaliar resultados e concluir se a formulação escolhida está apta a aplicação na qual se destina.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 BREVE DESCRIÇÃO DA HISTÓRIA DA TINTA NO MUNDO

A história do nascimento da humanidade e do uso de cores através da pintura caminham juntos, isso se deve pela necessidade da comunicação e de perpetuar o conhecimento adquirido pelo homem pré-histórico que observou que certas substâncias permaneciam intactas ao serem aplicadas em condições favoráveis (FAZENDA, 2012).

No período de 8000 a 5800 a.C foram desenvolvidos pelos egípcios, os primeiros pigmentos sintéticos. Estes eram derivados de compostos de cálcio, alumínio, silício e cobre, pigmentos baseados em materiais minerais. Também foram desenvolvidos alguns de origem orgânica. Os produtos usados como ligantes incluíam goma arábica, albumina de ovo, cera de abelha, entre outros (POLITO, 2006, p. 2).

A civilização greco-romana utilizou essencialmente os mesmos métodos e materiais que o povo egípcio, sendo que os romanos acrescentaram ao portfólio já conhecido outros pigmentos artificiais, sendo eles o chumbo branco, litargírio, zarcão, óxido amarelo de chumbo, verdete e ossos escuros. Entre os romanos, os pigmentos orgânicos provenientes da mistura entre mel, madeira e argila eram de uso comum (SOUZA, 2014, p. 13).

Conforme Fazenda (2005, p. 6), por muitos séculos, as tintas foram empregadas pelo seu aspecto estético, ou seja, apenas como fim decorativo. Mais tarde, quando introduzidas em países do norte da América e da Europa, onde as condições climáticas eram mais severas, o aspecto de proteção ganhou maior importância.

Os primeiros registros sobre o uso de vernizes para promover a proteção de superfícies ocorrem no período da Idade Média, em que os mesmos eram obtidos a partir da adição de ligantes e cozimento de óleos naturais (POLITO, 2006).

Assim como em outros setores industriais, foi durante o período da Revolução Industrial que a produção de tintas e vernizes se desenvolveu com maior

rapidez. Fórmulas eram tratadas sob sigilo absoluto, tidas como informação de poucos privilegiados. (POLITO, 2006, p. 3).

De fato a revolução industrial trouxe consigo um significativo avanço tecnológico que mudou a forma de produzir, o material utilizado, as quantidades e a qualidade das tintas (SOUZA, 2014, p. 14).

Watin, em 1773, foi o primeiro a descrever tecnicamente a indústria de tintas e vernizes como a conhecemos hoje. [...] As primeiras fábricas de verniz foram estabelecidas na Inglaterra, em 1770; na França, em 1820; na Alemanha, em 1830 e na Áustria, em 1843. Mas a Grã-Bretanha e a Holanda foram as primeiras a produzir vernizes com técnicas mais apuradas. J. Wilson Neil, em 1833, foi o primeiro a fornecer detalhes para a produção de verniz (FAZENDA, 2005, p. 8).

Segundo Fazenda (2012, p.113), durante o século XX a indústria de tintas passou por grande evolução tecnológica, o que gerou o surgimento de novos materiais, cada vez mais adequados ao usuário. O desenvolvimento tecnológico das tintas na era moderna é consequência do desenvolvimento da química em geral e da petroquímica em particular. Atualmente, a maioria das matérias primas utilizadas em tintas é de origem petroquímica e/ou da química fina.

Até o início da década de 70, a maior parte das tintas que eram produzidas tinham tecnologia base solvente de baixos sólidos e tintas base água para o seguimento arquitetônico. No final desta década, a pressão das legislações para a diminuição do COV nas operações industriais, a necessidade de conservação da energia e o aumento dos custos dos solventes favoreceram a entrada de novas tecnologias. (GARBELOTTO, 2007, p. 9).

### 3.2 HISTÓRICO BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DE TINTAS

Na história da indústria de tintas no Brasil, o ano 1944 é tido como divisor de águas. Foi naquele ano que a multinacional americana Sherwin-Williams chegou ao País, inaugurando o que os especialistas identificam com uma fase de modernização das indústrias nacionais, marcadas por uma estrutura administrativa e comercial complexa, com planejamento mercadológico e uso profissional do marketing, além de alto padrão tecnológico e científico (HISTÓRICO..., 2017, p.2).

Após uma primeira fase de empresas pioneiras de origem familiar, de pequeno e médio porte e de produção praticamente artesanal, a indústria brasileira de tintas chegava ao século XX. Nesta época surge a Tintas Coral, que junto com a Sherwin-Williams e outras grandes como a American Marietta, lideraram o mercado pelas próximas décadas e seriam as principais responsáveis por fazer avançar o setor no País. (HISTÓRICO..., 2017, p.2).

Paulo Hering, fundador das Tintas Hering, e Carlos Kuenerz, fundador da usina São Cristóvão, ambos imigrantes alemães, iniciaram suas atividades na nova pátria e no novo lar por volta do ano 1900. Consequentemente, outras empresas, atraídas pelo novo mercado potencial, começaram a se instalar em nosso país e a desenvolver fortemente o setor (POLITO, 2006, p. 4).

### 3.3 O MERCADO DE TINTAS E VERNIZES

Atualmente, o mercado de tintas e vernizes tanto nacional quanto internacional, encontra-se claramente definido no qual compreende diversas empresas desde grandes conglomerados a empresas de pequeno e médio porte, das quais oferecem uma gama de diversos produtos em que atentos ao mercado, buscam constantemente novas tecnologias em matérias primas, equipamentos e formulações capazes de satisfazer os mais diferentes seguimentos.

De maneira geral, as empresas da América do Sul foram afetadas nos últimos três anos pela transição econômica e de liderança com mudanças severas na demanda regional, sobretudo nos principais mercados como Brasil, Argentina e Venezuela (RÁCZ, 2017, p. 18).

O mercado de revestimentos na América do Sul sofreu um declínio de cerca de 4% no volume físico em 2016. O mercado OEM automotivo e os relacionados tiveram quedas mais de 10% em 2016 na região. A quebra do Mercado na América do Sul, na segmentação tradicional de revestimentos, indica que os revestimentos arquitetônicos e decorativos ainda representam mais de 75% do mercado devido à importância da indústria da construção e manutenção de edifícios (RÁCZ, 2017, p.18).

Neste cenário, o Brasil é um dos seis maiores mercados mundiais de tintas. Fabricam-se no país tintas destinadas a todas as aplicações, com tecnologia de ponta e grau de competência técnica comparável à dos mais avançados centros mundiais de produção. Há centenas de fabricantes, de grande, médio e pequeno porte, e os dez maiores fabricantes respondem por 75% do total das vendas (O SETOR..., 2017).

Alguns números importantes do mercado nacional de tintas (O SETOR..., 2017):

**Faturamento líquido 2016:** US\$ 2,874 bilhões; R\$ 10.026 bilhões;

**Volume produzido 2016:** 1,224 bilhão de litros;

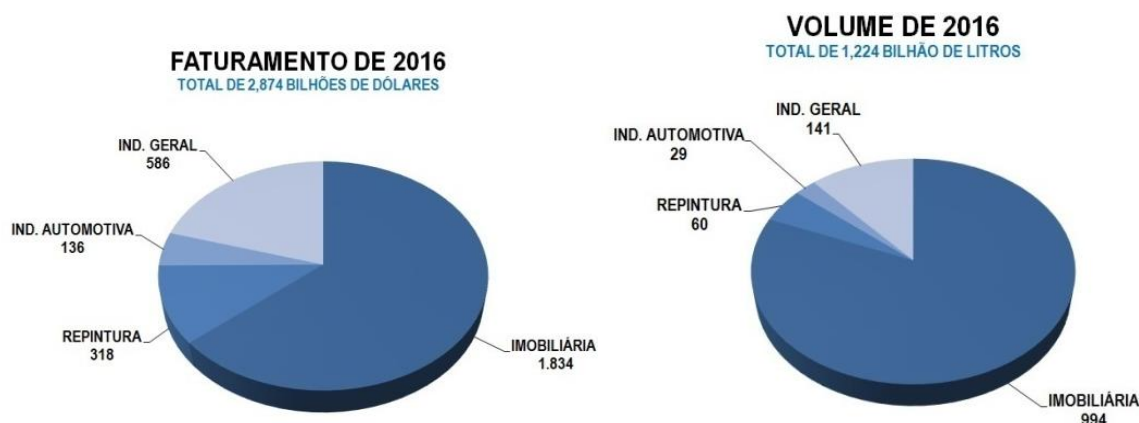
**Exportações 2016:** US\$ 133 milhões (excluindo tintas gráficas);

**Importações 2016:** US\$ 133 milhões (excluindo tintas gráficas).

O setor se divide em: Tinta imobiliária, representando cerca de 81,2% do volume total e 63,8% do faturamento; Tinta automotiva (montadoras), em que representa 2,4% do volume e 4,7% do faturamento; Tinta para repintura automotiva com 4,9% do volume e 11% do faturamento e Tinta para indústria em geral (eletrodomésticos, móveis, autopeças, naval, aeronáutica, tintas de manutenção, etc.) com 11,5% do volume e 20,4% do faturamento (O SETOR..., 2017).

Na Figura 1, é possível observar a representatividade dos números citados sobre o faturamento em dólares e o volume de produção em litros no ano de 2016.

Figura 1 - Faturamento e volume produzido por seguimento do setor de tintas.



Fonte: O SETOR..., 2017.

As tabelas 1 e 2 representam também o faturamento em dólares e o volume produzido em litros dos últimos cinco anos.

**Tabela 1- Faturamento da produção de tintas por seguimento nos últimos anos.**

Volume (milhões de litros)					
Ano	Imobiliária	Repintura	Ind. Automotiva	Ind. Geral	Total
2016	1834	318	136	586	2874
2015	1927	310	150	667	3054
2014	2543	399	246	887	4075
2013	2677	356	272	878	4183
2012	2728	355	281	919	4282

Fonte: O SETOR..., 2017.

**Tabela 2- Volume da produção de tinta por seguimento nos últimos anos.**

Volume (milhões de litros)					
Ano	Imobiliária	Repintura	Ind. Automotiva	Ind. Geral	Total
2016	994	60	29	141	1224
2015	1059	60	33	166	1318
2014	1119	61	43	174	1397
2013	1141	58	51	176	1426
2012	1119	55	49	176	1398

Fonte: O SETOR..., 2017.

### 3.4 COMPOSIÇÃO BÁSICA DAS TINTAS

#### 3.4.1 Definição de tinta

Segundo definição normativa da NBR 12554, tinta é uma composição química formada por uma dispersão de pigmento em uma solução ou emulsão de um ou mais polímeros, que, ao ser aplicada sobre uma superfície, transforma-se em um filme a ela aderente, com a finalidade de colorir, proteger ou embelezar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Fazenda (2005, p. 8), ainda descreve de maneira técnica sobre definição de tinta relatando que a mesma é uma composição líquida, geralmente viscosa, constituída de um ou mais pigmentos dispersos em um aglomerante líquido que, ao sofrer um processo de cura quando estendida em película fina, forma um filme opaco e aderente ao substrato. Esse filme tem a finalidade de proteger e embelezar as superfícies.

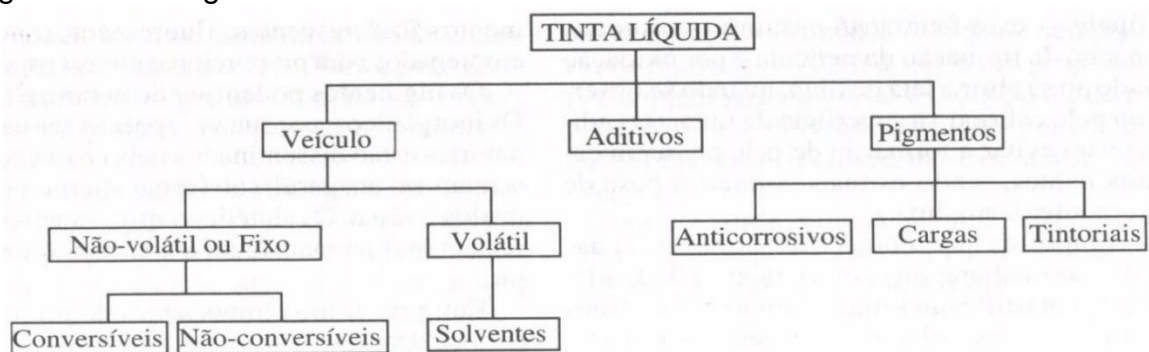
Segundo Fazenda (2012, p.45), quando a composição não contém pigmentos, é denominada verniz.

Os revestimentos incolores são usados para proteger o substrato e geralmente adicionar algum tipo de acabamento reflexivo (alto brilho, baixo brilho, fosco) à superfície (BENDER, 2013, p.254, tradução nossa).

A tinta é uma preparação, o que significa que há uma mistura de vários insumos na sua produção. A combinação dos elementos sólidos e voláteis define as propriedades de resistência e de aspecto, bem como o tipo de aplicação e custo do produto final. (YAMANAKA *et al.*, 2006, p.30).

A Figura 2 representa de forma geral os principais componentes que uma tinta possui, dos quais serão mais bem especificados no decorrer do trabalho.

Figura 2 – Fluxograma dos constituintes da tinta.



Fonte: GENTIL, 1996, p. 247.

### 3.4.2 Resinas

Dentre os constituintes de uma tinta temos o principal deles que é a resina, ela também é chamada de ligante, binder ou veículo não volátil.

De acordo com Fazenda (2005, p. 9), antigamente as resinas eram à base de compostos naturais, vegetais ou animais. Hoje em dia são obtidas através da indústria química ou petroquímica por meio de reações complexas, originando polímeros que conferem às tintas propriedades de resistência e durabilidade muito superiores às antigas.

A resina é definida pela NBR 12554, como a substância responsável pela formação da película do produto, que confere propriedades como impermeabilidade,

resistência a agentes químicos e ao intemperismo, brilho, dureza, aderência, flexibilidade etc (ABNT, 2013, p.6).

Yamanaka et al. (2006, p. 31) ao abordar sobre resinas, destaca que as mesmas são

[...] formadoras da película da tinta e são responsáveis pela maioria das características físicas e químicas desta, pois determinam o brilho, a resistência química e física, a secagem, a aderência, e outras. As resinas mais usuais são as alquídicas, epóxi, poliuretânicas, acrílicas, poliéster, vinílicas e nitrocelulose.

Conforme Fazenda (2005, p. 9), resina é a parte não volátil da tinta, que serve para aglomerar as partículas de pigmentos. A resina também denomina o tipo de tinta ou revestimento empregado. Assim, por exemplo, temos as tintas acrílicas, alquídicas, poliésteres, poliuretânicas, epoxídicas, etc. Todas levam o nome da resina básica que as compõem.

#### 3.4.2.1 Resinas Acrílicas

São polímeros formados pela polimerização de monômeros acrílicos e metacrílicos; por vezes o estireno é copolimerizado com estes monômeros. A polimerização destes monômeros em emulsão (base de água) resulta nas denominadas emulsões acrílicas usadas nas tintas látex. A polimerização em solvente conduz a resina indicada para esmaltes termoconvertíveis (cura com resinas melamínicas) ou em resinas hidroxiladas para cura com poliisocianatos formando os chamados poliuretânicos acrílicos (YAMANAKA *et al.*, 2006, p. 31).

As emulsões aquosas vinílicas e acrílicas constituem uma classe muito importante de veículos para tintas, pois combinam vantagens dos monômeros com o uso da água em substituição aos solventes orgânicos. As consequências do emprego das emulsões são traduzidas em vantagens econômicas, segurança e menor capacidade poluidora, facilidade de aplicação, etc (FAZENDA, 2005, p. 211).

Assim como qualquer outro tipo de resina, a função primária das emulsões é atuar como veículo para agregação de todos os demais componentes de uma tinta. Desta forma, deverá promover boa combinação e aglutinação entre os pigmentos, dióxido de titânio, cargas e outras matérias primas utilizadas numa formulação (EMULSÕES..., 2013, p.16).

### 3.4.3 Pigmentos e cargas minerais

Segundo definição da norma NBR 12554, pigmento é uma substância sólida, insolúvel, orgânica ou inorgânica, que dá ao filme as propriedades de cor. Pode também conferir características como, cobertura, resistência aos agentes químicos e à corrosão, entre outras. (ABNT, 2013, p.5).

Nunes (1990, p. 22) ao abordar sobre as principais funções de um pigmento na tinta destaca que:

os pigmentos sólidos são destinados a fornecer uma série de propriedades, tais como: dar cor a tinta, propriedades mecânicas, propriedades anticorrosivas, influenciar nas propriedades reológicas, dar estabilidade durante armazenagem, modificar o brilho da película e inclusive melhorar seu custo.

Segundo Bender (2013, p. 254), os pigmentos são constituídos por partículas que são introduzidas na tinta, incorporando-as primeiro numa resina e/ou solvente apropriado, denominado "dispersão de pigmento". A dispersão de pigmento é necessária para separar as partículas agregadas e aglomeradas do pigmento e dispersá-las na resina/solvente escolhida pela utilização de um moinho. Este processo estabiliza o pigmento no sistema, impedindo assim a reagregação, a floculação e a sedimentação das partículas de pigmento. Além disso, este processo reduz o tamanho da partícula de pigmento de modo que é menor do que a espessura de película final.

Conforme Silva (2009, p. 54), "os pigmentos podem ser classificados de acordo com a natureza em orgânicos e inorgânicos; de acordo com a finalidade em tintoriais, cargas, anticorrosivos e especiais; e por sua ação: ativos ou inertes."

Os pigmentos orgânicos são utilizados principalmente para dar opacidade e cor, ou seja, com objetivo tintorial. Eles se caracterizam por ser de baixa densidade, possuir alto brilho e fraca resistência química e a ação de raios ultravioleta do sol (SILVA, 2009, p. 54).

Todos os pigmentos orgânicos apresentam em sua estrutura química grupamentos denominados cromóforos, que são os responsáveis pelo fenômeno cor. Apresentam ainda grupamentos auxocromos, que são aqueles que modificam e/ou intensificam as propriedades de cor (FAZENDA, 2005, p. 366).



“Os pigmentos orgânicos, geralmente, têm um poder de tingimento muito maior que os pigmentos inorgânicos” (FAZENDA, 2005, p. 367)

Os pigmentos inorgânicos são utilizados também com o objetivo tintorial, porém podem ser usados como cargas e como anticorrosivos. Eles se caracterizam por ser de maior densidade que os orgânicos, possuir menos brilho e maior resistência química e a ação de raios ultravioletas (SILVA, 2009, p. 54).

De acordo com Fazenda (2005, p. 340), são considerados pigmentos inorgânicos todos os pigmentos brancos, cargas e uma grande faixa de pigmentos coloridos, sintéticos ou naturais, de classe química de compostos inorgânicos. Alguns deles são: dióxido de titânio; óxidos de ferro (naturais e sintéticos); cromatos de chumbo e de zinco; verdes de cromo; azul de Prússia; óxidos de zinco e de cromo; azul de ultramar; negro de fumo; pigmentos metálicos; fosfatos de zinco; azuis e verdes de cobalto.

Dos pigmentos acima citados, um dos mais importantes é o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), no qual possui duas variedades: o rutilo e o anatase, que diferem em sua forma cristalina, sendo o rutilo de maior opacidade e resistência a luz, mas de menor brancura que o anatase (SILVA, 2009, p. 54).

Conforme classificação por sua ação, define-se em ativos os pigmentos que têm uma ação bem definida dentro da tinta e, portanto influem decisivamente na formulação, dos quais são os tintoriais, os anticorrosivos e os especiais; e em inertes os pigmentos que pouco ou quase nada influem na cor, na proteção anticorrosiva e nas propriedades básicas da tinta, sendo os pigmentos reforçantes e encorpantes, ou seja, as chamadas cargas (SILVA, 2009, p. 56).

Conforme descrição da NBR 12554, carga é um material inorgânico, natural ou sintético que confere às tintas propriedades como de enchimento, textura, controle de brilho, auxílio na opacidade, resistência a abrasão e outras. (ABNT, 2013, p.5). As mais importantes utilizadas em tintas são o caulim, o carbonato de cálcio (precipitado e natural), dolomita, talco e mica.

### 3.4.4 Aditivos

Os principais constituintes em uma tinta se resumem em resinas, pigmentos, cargas e solventes, no entanto, além dessas que são as matérias primas básicas, há alguns outros constituintes que são chamados de aditivos que interferem consideravelmente na formulação mesmo estando presente em pequenas quantidades.

Os aditivos são constituintes que aparecem de acordo com a conveniência do formulador da tinta, com objetivo de melhorar certas características ou propriedades da mesma. Pode-se, portanto, formular uma tinta sem tais componentes. Eles são necessários, entretanto, para ajustar uma determinada formulação quanto às características e propriedades desejadas. (SILVA, 2009, p.56).

Este grupo de produtos químicos envolve uma vasta gama de componentes que são empregados em baixas concentrações (geralmente <5%), que têm funções específicas como conferir importantes propriedades às tintas e aos revestimentos respectivos, tais como: aumento da proteção anticorrosiva, bloqueadores dos raios UV, catalisadores de reações, dispersantes e umectantes de pigmentos e cargas, melhoria de nivelamento, preservantes e antiespumantes. (YAMANAKA *et al.*, 2006, p. 34).

#### 3.4.4.1 Aditivos de Reologia

Aditivos reológicos são requeridos para um ótimo ajuste das propriedades reológicas. Na maioria dos casos, esses aditivos são usados para melhorar as propriedades anti-sedimentantes durante o armazenamento e a resistência ao sagging (escorrimento) durante a aplicação (ADITIVOS..., 2009, p.2).

Segundo Yamanaka et al. (2006, p.34) “esses aditivos modificam a reologia das tintas (aquosas e sintéticas) com a finalidade de obter um melhor nivelamento, diminuição do escorrimento, etc.”

Os espessantes formam uma classe de compostos destinados a aumentar as propriedades tixotrópicas das tintas e, com isso, evitar a sedimentação dos pigmentos e cargas durante a armazenagem, além de impedir o escorrimento no decorrer da aplicação. (NUNES, 1990, p.47).

Numerosos produtos designados para controlar a reologia das tintas já se encontram no mercado. Seus mecanismos são essencialmente os mesmos. Na fase líquida, esses aditivos formam cadeias tridimensionais (tipicamente por pontes de hidrogênio). Essas estruturas como uma rede são temporariamente destruídas pelo cisalhamento, retomando quando o cisalhamento cessa, dessa forma dando à tinta suas propriedades de flow tixotrópicas ou pseudoplásticas (ADITIVOS..., 2009, p.3).

#### 3.4.4.2 Aditivos de Processo

Os aditivos de processo são aqueles utilizados para facilitar a formulação e fabricação da tinta, podem ser citados os umectantes, os dispersantes e os antiespumantes.

Aditivos umectantes podem ser definidos como substâncias das quais são designadas para reduzir o ângulo de contato entre o pigmento e a solução de resina e que resulta numa maior velocidade de penetração do líquido dentro das estruturas dos aglomerados. As características para tais substâncias são as estruturas de superfície ativas: polar, elementos estruturais hidrofílicos juntamente com não-polares, elementos estruturais hidrofóbicos combinados em uma molécula. Devido à essa estrutura, tais combinações moleculares são interfacialmente ativas. Do ponto de vista químico, aditivos umectantes podem ser classificados em iônicos ou não iônicos (ADITIVOS..., 2008, p.4).

Aditivos dispersantes são adsorvidos sobre a superfície do pigmento e, portanto mantém o espaço entre os pigmentos através de repulsão eletrostática e/ou impedimento estérico, dessa forma reduzindo a tendência para a floculação não controlada (ADITIVOS..., 2008, p.5).

Anti-espumantes são líquidos com baixa tensão superficial os quais, geralmente, têm que apresentar a propriedade de insolubilidade no meio para que haja desaeração. Desde que não seja possível evitar a presença de substâncias estabilizadoras de espumas em tintas, são empregados aditivos anti-espumantes para evitar a formação de espuma e/ou destruir (o mais rápido possível), a espuma existente (ADITIVOS..., 2008, p.5).

#### 3.4.4.3 Aditivos de preservação

Segundo Fazenda (2005, p. 476), tintas aquosas são sujeitas a contaminações biológicas causadas por microorganismo de diversas classes, como bactérias, algas e fungos, os quais apresentam a capacidade de sobrevivência a situações bastante críticas. As tintas contêm diversos compostos orgânicos que servem como nutrientes para esses microorganismos, assim há possibilidade de colonização quer na tinta úmida, quer no filme seco. Na prática, agentes biocidas são conhecidos como fungicidas, bactericidas e algicidas para caracterizar a especificidade do seu emprego.

#### 3.4.4.4 Aditivos promotores de adesão

##### *3.4.4.4.1 Adesão das tintas*

Com o objetivo de proteger o substrato propriamente dito e de se criar uma aparência ótica perfeita, as tintas devem aderir ao substrato forte e permanentemente. A adesão provém das forças interativas entre as moléculas da tinta e o substrato e dependem fortemente da natureza química dos materiais envolvidos. A ancoragem mecânica e os processos de difusão na interface (dependendo do substrato) também podem contribuir para a adesão. Em todos os casos, o foco está na interface entre a tinta e o substrato (PROMOTORES..., 2008, p.2).

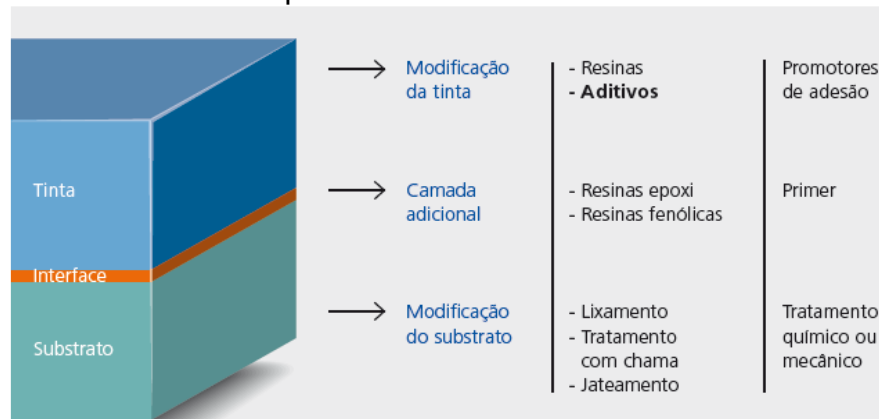
##### *3.4.4.4.2 Possibilidades de melhor adesão*

Todas as medidas para se melhorar a adesão visam a interface e basicamente há três opções (PROMOTORES..., 2008, p.2):

- Modificar a superfície do substrato.
- Camada adicional entre a tinta e o substrato.
- Modificar a tinta.

Para melhor visualizar, a Figura 3 ilustra essas medidas acima mencionadas.

Figura 3 – Possíveis caminhos para aumentar a adesão

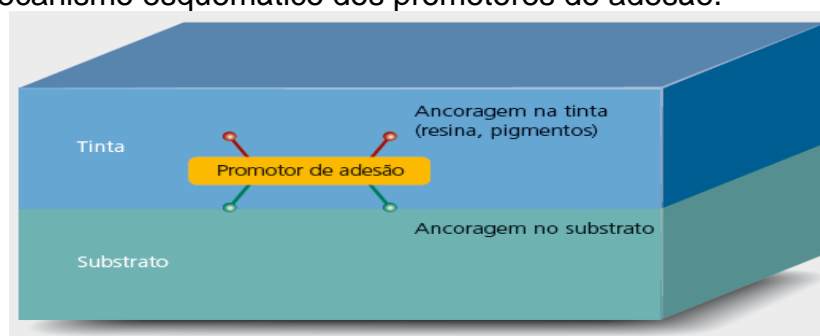


Fonte: PROMOTORES..., 2008, p.2.

#### 3.4.4.4.3 Promotores de adesão

Os aditivos promotores de adesão são uma parte da película de tinta e eles precisam conter grupos que podem interagir fortemente com o substrato e outros grupos que integram o aditivo à película de tinta. Eles devem melhorar somente a adesão e não devem interferir em outras propriedades do filme. Promotores de adesão “universais” os quais alcançam excelentes resultados em todos os tipos de tintas não existem, isto devido aos grupos de ancoragem estarem sempre adaptados ao sistema da tinta e ao substrato em questão. Uma ótima adesão só pode ser alcançada se o substrato estiver limpo (PROMOTORES..., 2008, p.2). Na Figura 4 é apresentado o funcionamento deste mecanismo.

Figura 4 – Mecanismo esquemático dos promotores de adesão.

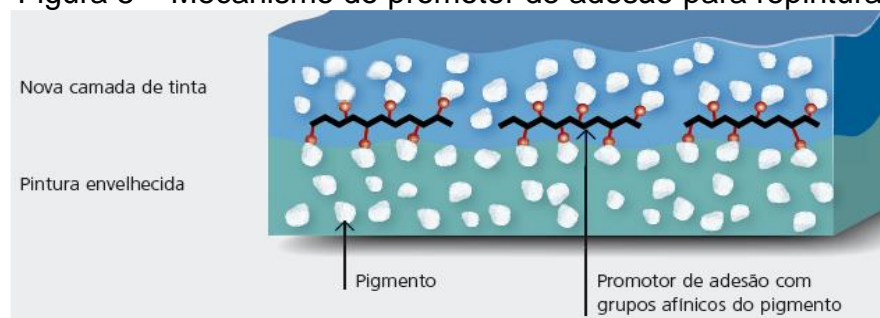


Fonte: PROMOTORES..., 2008, p.2.

#### 3.4.4.4 Diferentes mecanismos dos promotores de adesão

Em casos de re-decoração, é muito comum a nova camada de tinta ser aplicada sobre a tinta velha. Neste caso, pode ser utilizado um tipo de aditivo que atua via grupos afínicos com pigmentos, modificados que atacam os pigmentos e as cargas da superfície pintada envelhecida, assim como aqueles da nova aplicação de tinta. (PROMOTORES..., 2008, p.3). Este mecanismo é mostrado na Figura 5.

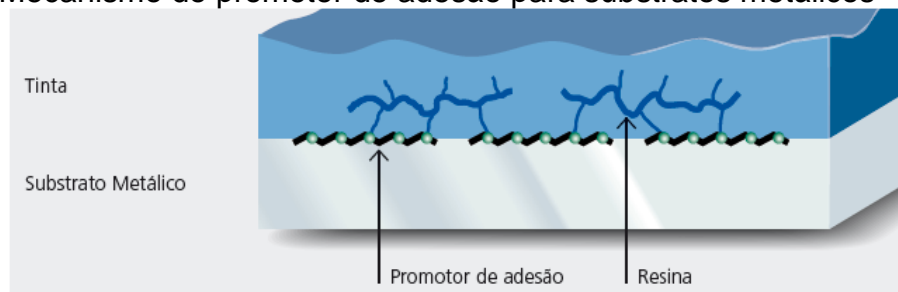
Figura 5 – Mecanismo do promotor de adesão para repintura



Fonte: PROMOTORES..., 2008, p.3.

Outro tipo de promotor de adesão pode ser utilizado em tintas que são aplicadas diretamente sobre substratos metálicos. Grupos polares na molécula criam fortes interações com a superfície do metal e o aditivo também mostra uma alta afinidade com muitos sistemas de resinas diferentes. (PROMOTORES..., 2008, p.3). Observa-se na Figura 6 este mecanismo.

Figura 6 - Mecanismo do promotor de adesão para substratos metálicos



Fonte: PROMOTORES..., 2008, p.3.

### 3.4.5 Solventes

“Solventes são compostos químicos normalmente no estado líquido à temperatura ambiente e pressão atmosférica, os quais são aptos a dissolver, suspender ou extrair outras substâncias sem alterá-las quimicamente” (GARBELOTTO, 2007, p. 20).

Conforme Garbelotto (2007, p. 184), os solventes são componentes de muitos sistemas de tintas e têm um papel importante na formulação e nas propriedades do filme. Na verdade, os solventes impactam na aplicação e nas propriedades de aparência da tinta incluindo: solubilidade e miscibilidade das resinas, estabilidade da dispersão, viscosidade de aplicação, tempo de secagem e nivelamento do filme.

Os solventes orgânicos são geralmente divididos em dois grupos: os hidrocarbonetos e os oxigenados. Por sua vez, os hidrocarbonetos podem ser subdivididos em dois tipos: alifáticos e aromáticos, enquanto que os oxigenados englobam os álcoois, acetatos, cetonas, éteres, etc. As tintas de base aquosa utilizam como fase volátil água adicionada de uma pequena quantidade de líquidos orgânicos compatíveis (YAMANAKA et al., 2006, p.33).

### 3.5 MECANISMOS DE FORMAÇÃO DA PELÍCULA DA TINTA

Segundo Garbelotto (2007, p. 184), a conversão de um material em solução num revestimento aderente e durável está intimamente interligada com o processo de formação de filme, o qual engloba basicamente três etapas principais: aplicação, fixação e secagem.

“A transformação da tinta no revestimento é chamada de secagem ou cura, e o mecanismo dessa transformação depende da natureza da tinta” (FAZENDA, 2012, p. 50).

Os relacionados à tinta em estudo são comentados a seguir.

### **3.5.1 Evaporação do solvente**

Apesar deste não ser o mecanismo mais antigo, e de haver tintas modernas de alta qualidade que o utilizam, é um dos mais conhecidos. Após a aplicação, o filme é formado apenas pela evaporação do solvente. (NUNES, 1990, p.14).

No processo de secagem, o solvente deve além de evaporar completamente da camada aplicada, sair do sistema, depois de ter solubilizado a resina de tal forma que as cadeias poliméricas se entrelacem formando uma camada homogênea, uniforme e durável. (GARBELOTTO et al., 2007, p.187).

Neste caso, o filme formado se apresenta sujeito ao seu solvente podendo ser danificado, visto que sua secagem se trata de um fenômeno físico e reversível.

### **3.5.2 Coalescência**

Segundo Silva (2009, p. 58), ocorre nas tintas hidrossolúveis usadas na pintura industrial e na pintura arquitetônica. Consiste na reunião das partículas dispersas após a evaporação da água sob a ação do solvente coalescedor. Com a evaporação deste forma-se uma película sólida e resistente à própria água.

## **3.6 DEFEITOS E FALHAS MAIS COMUNS EM TINTAS**

Conforme Konstandt (1985, p.213), todos os revestimentos orgânicos deterioram-se e as características de desempenho são diminuídas com o tempo. O desempenho de qualquer revestimento depende de cinco fatores:

- O substrato ao qual é aplicado;
- A limpeza e a condição de superfície deste substrato;
- O método de aplicação;
- A qualidade do material e sua formulação;
- As condições ambientais na qual o revestimento é exposto.

Todas as variáveis têm uma influência marcada sobre a vida do revestimento e seu desempenho. As falhas de revestimento são manifestações



prematuras de falta de desempenho ou algumas alterações na aparência física do revestimento aplicado que afetam o seu desempenho adequado (KONSTANDT, 1985, p.213).

Em tintas à base de água, podem ocorrer diversos problemas durante seu armazenamento, dentre eles podemos citar: mudança na viscosidade sendo geralmente um aumento, no qual afetará negativamente as características de aplicação; desenvolvimento de ferrugem na lata desprotegida ou mal revestida e evolução de gás causando a distensão (estufamento) da lata (KONSTANDT, 1985, p.214).

Em pinturas de alvenaria podem ocorrer patologias que envolvem aderência quando o estado da superfície ou algum contaminante não permite a ancoragem do produto. Em virtude de o revestimento não se fixar adequadamente à superfície, podem surgir bolhas e/ou estufamento da película de tinta, que, após algum tempo, ocasionarão o descascamento do filme da tinta (PATOLOGIAS..., 2017).

Conforme Fazenda (2012, p. 60), o aparecimento de manchas provocadas por descascamento ou destruição em caso de tintas látex PVA é conhecido como saponificação. Tal falha é causada pela alcalinidade natural da cal e do cimento que compõem o reboco que na presença de umidade e em contato com alguns tipos de resinas acarretam o problema.

O desagregamento é um problema caracterizado pela destruição da pintura ocasionando descascamento e/ou esfarelamento do reboco. É notável a presença deste problema em superfícies com reboco não curado, falta de lixamento, sujeira ou ainda a utilização de um traço fraco na argamassa, tornando-o pulverulento (FAZENDA, 2012, p. 60),

### **3.7 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO**

A indústria de tintas é caracterizada pela produção em lotes (batelada), o que facilita o ajuste da cor e o acerto final das propriedades da tinta. Nas etapas de fabricação predominam as operações físicas (mistura, dispersão, completagem, filtração e envase), sendo que as conversões químicas acontecem na produção dos

componentes (matérias-primas) da tinta e na secagem do filme após aplicação (YAMANAKA *et al.*, 2006, p.34).

### **3.7.1 Tintas para revestimentos base água - linha imobiliária**

Conforme Yamanaka *et al.* (2006, p.36), o processo de produção de sistemas base de água a parte líquida é preponderantemente a água, em que a parte volátil das tintas látex é constituída por 98% de água e 2% de compostos orgânicos (valores médios). Estes produtos denominados genericamente de produtos látex são baseados em dispersões aquosas poliméricas (emulsões) tais como: vínílicas, vinil acrílicas, acrílicas, estireno-acrílicas, etc.

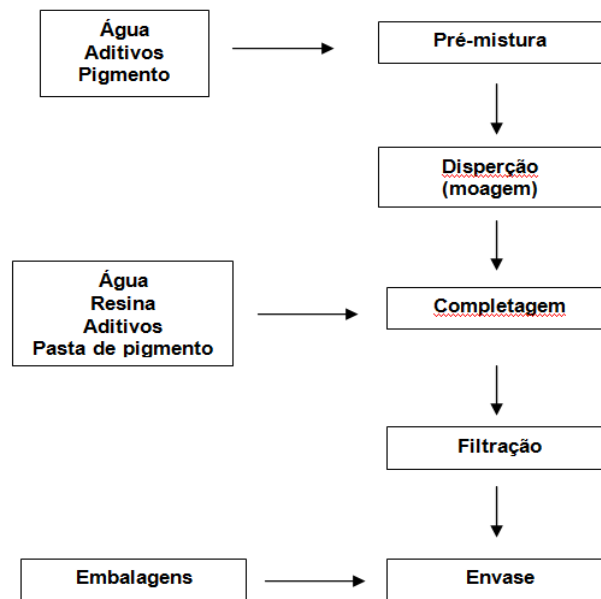
Desta forma, o processo de produção da tinta estudada, segundo Yamanaka *et al.* (2006), abrange as seguintes operações unitárias:

**Pré-mistura:** Em um equipamento provido de agitação adequada são misturados: água, aditivos, e pigmento. A dispersão é feita em sequência no mesmo equipamento.

**Completagem:** Esta etapa é feita em um tanque provido de agitação adequada onde são adicionados água, emulsão, aditivos, coalescentes e o produto da dispersão. Nesta etapa são feitos o acerto da cor e as correções necessárias para que se obtenhamas características especificadas da tinta.

**Filtração e envase:** Estas etapas ocorrem simultaneamente. A produção de tintas base água surge como alternativa para a redução de COV. Sua maior aplicação é no ramo imobiliário, predominando as tintas látex. As etapas de fabricação são basicamente as mesmas da base solvente. As diferenças resumem-se a ordem de adição dos componentes da tinta. O fluxograma da Figura 7 representa o processo de fabricação de tintas base água conforme descrito:

Figura 7 – Fluxograma da produção de tinta base água.



Fonte: da autora, 2017.

### 3.8 TECNOLOGIAS INOVADORAS NA ÁREA DE TINTAS

O conceito de Tinta do Futuro já não indica apenas o que parecia ser viável dentro de alguns anos, mas contempla também avanços muitos significativos que já se tornaram realidade. As tecnologias estão emergindo, em função de três desafios complexos que se apresentam para a cadeia de tintas: a competição global, as exigências ligadas à sustentabilidade e a busca da multifuncionalidade associada a valor agregado e eficiência (A TINTA..., 2013, p.8).

Há pesquisas avançadas sobre tintas que podem não apenas reduzir a corrosão, mas também revelar os primeiros indícios de sua instalação no sistema. Um sistema de pintura com tintas inteligentes, baseado em microcápsulas sensíveis à diferença de pH, já foi desenvolvido para detectar a corrosão em seu estágio incipiente, inibi-la e autorreparar a área afetada. Assim, a tinta ganha propriedades curativas que são ativadas imediatamente após o início do processo de corrosão no sistema (O FUTURO..., 2015).

Nesse sentido, têm-se também as tintas fotocatalíticas que representam uma tecnologia de remediação promissora que tem potencial para ser aplicada em edifícios ventilados mecanicamente para melhorar a qualidade do ar interior. As

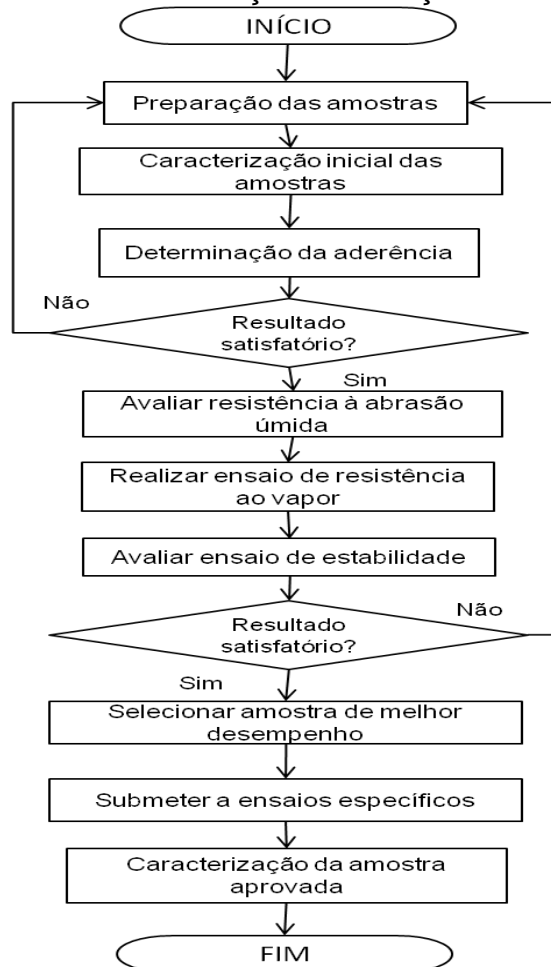
tintas fotocatalíticas são tipicamente usadas para eliminar os poluentes em fase gasosa, como óxidos de nitrogênio (NOx) e compostos orgânicos voláteis. (GANDOLFO *et al.*, 2017).

Outra inovação que está em constante aperfeiçoamento são as tintas intumescentes, que são revestimentos reativos que reagem ao calor por inchaço de maneira controlada, aumentando muitas vezes sua espessura original, atuando como uma camada isolante para proteger o aço das estruturas de construção em casos de incêndio. Embora o aço estrutural seja não inflamável, quando desprotegido se aquece muito rapidamente, resultando em colapso prematuro (MARIAPPAN *et al.*, 2017).

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de estabelecer e organizar as etapas para a obtenção e análise dos resultados foi desenvolvido o fluxograma mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Fluxograma do processo de obtenção e avaliação dos resultados.



Fonte: a autora, 2017.

A pesquisa baseou-se no desenvolvimento da tinta em estudo, em que nas etapas finais as seis melhores propostas foram desafiadas juntamente às duas referências, Referência 1 e Referência 2. Estas referências são amostras de tintas já estabelecidas pelo mercado e que possuem a mesma finalidade oferecida pela tinta em estudo, as mesmas servem como ferramenta para verificar o quão próximo a tinta em estudo estará em relação aos produtos de mercado e também observar características que podem servir de parâmetros para a tinta em estudo atingir melhor desempenho.

A etapa de preparação das amostras consiste na adição do componente ativo como mostra a Tabela 3, na qual apresenta as propostas diferenciadas pela variação das respectivas porcentagens de seu componente ativo, e pelo processo realizado na adição do mesmo.

Tabela 3 – Identificação das amostras, dosagens e processo utilizado.

Amostras ensaiadas	Componente ativo (%)	Processo de adição
A1	X	Final
A2	2X	Final
A3	3X	Final
A4	4X	Final
A5	2X	Início
A6	3X	Início
Referência 1	-	-
Referência 2	-	-

Fonte: a autora, 2017.

Inicialmente realizou-se a caracterização de todas as amostras com ensaios de pH, viscosidade, densidade e medição do brilho.

Na sequência, visando iniciar os ensaios preliminares de desempenho avaliou-se a resistência a abrasão úmida, aderência, resistência ao vapor de água e estabilidade acelerada. Para a determinação da aderência, realizou-se aplicação da tinta, em dois substratos diferentes: vidro e azulejo, pois como já mencionado, a tinta em estudo é direcionada a substratos lisos de baixa porosidade. Durante a execução do ensaio de resistência ao vapor, analisou-se o comportamento do brilho e após avaliou-se a aderência ao substrato. A preocupação na verificação da durabilidade do brilho motiva-se pelo fato de se tratar de uma tinta de acabamento brilhante. Para o ensaio de estabilidade, avaliou-se também o comportamento em brilho e viscosidade. Este último é um dos parâmetros mais importantes em uma tinta, tendo em vista que para um bom manuseio e aplicabilidade a viscosidade deve manter-se estável desde sua produção até sua validade.

Na etapa dos ensaios preliminares, dentre as amostras ensaiadas, deve-se obter uma que possua melhor desempenho. Esta que se destacar deve ser submetida a avaliações mais específicas como resistência à radiação UV e condensação de água pelo ensaio acelerado, determinação da absorção de água por capilaridade, resistência a abrasão por queda de abrasivo, determinação das

propriedades de transmissão de vapor de água e resistência ao desenvolvimento de fungos. Para o ensaio de resistência à radiação UV e condensação de água pelo ensaio acelerado avaliaram-se parâmetros como brilho e alteração de cor.

No final, a amostra aprovada foi submetida a uma nova caracterização com os ensaios de poder de cobertura de tinta seca, cobertura úmida, cobertura seca por extensão.

Estas análises são de suma importância na pesquisa e desenvolvimento de tintas, visto que para este estudo as mesmas são de ordem específica para o produto proposto ainda que muitas delas sejam aplicadas a outros de maneira geral.

Ressalta-se que para realizar estas avaliações buscaram-se, através de pesquisas, bases em normas de referência nacional e internacional como será apresentado a seguir.

#### 4.1 ENSAIOS NA TINTA LÍQUIDA

##### 4.1.1 Viscosidade

A viscosidade descreve as propriedades de escoamento de um fluido, por se tratarem de fluidos não newtonianos é fundamental o conhecimento de seu comportamento em uma tinta, pois ela influencia seu ciclo de vida, desde sua formulação, aplicação, até seu armazenamento.

A determinação da viscosidade foi feita pelo viscosímetro de Krebs Stormer mostrado na Figura 9. O aparelho possui uma haste, onde a medida é feita pela rotação da mesma em contato com a amostra líquida dentro do recipiente. A viscosidade é dada na unidade de KU (Unidade Krebs). Desta maneira, o ensaio de viscosidade é realizado conforme procedimento padrão da empresa em estudo, em que a amostra deve ter sua temperatura em 25°C para efetuar a leitura.

Figura 9 – Viscosímetro de Krebs Stormer



Fonte: Arquivo Laboratório P&D da empresa em estudo.

#### 4.1.2 Medida de pH

O conhecimento o valor do pH em uma tinta base água é significativo, pois ele determina a boa atuação do modificador reológico, sua estabilidade, limitando também o crescimento bacteriano. Com base na norma NBR 7353, o pH em uma tinta pode ser facilmente verificado através de um pHmetro digital de bancada como o mostrado na figura 10, com a amostra também a 25°C (ABNT, 2014).

Figura 10 – pHmetro de bancada.



Fonte: Arquivo Laboratório P&D da empresa em estudo.

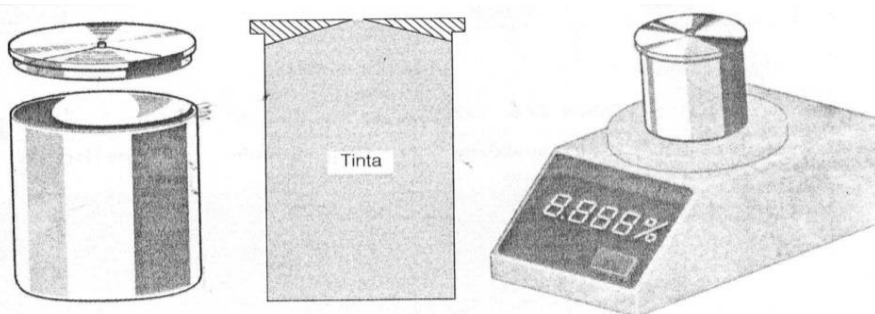


#### 4.1.3 Determinação da massa específica

Este dado possibilita converter massa em volume ou vice versa, sendo bastante útil na indústria de tintas, pois as mesmas são produzidas em massa, porém são comercializadas em volume. Além disso, facilita cálculos necessários durante o desenvolvimento, valores percebidos diferentes do esperado podem indicar erros na formulação.

Comumente em laboratórios de tintas utiliza-se o picnômetro de metal para determinação deste parâmetro. Tendo como referência a NBR 15382, no estudo foi utilizado um picnômetro metálico com volume de 100 mL e balança digital semianalítica conforme Figura 11 (ABNT, 2017).

Figura 11 - Picnômetro e avaliação da massa específica.



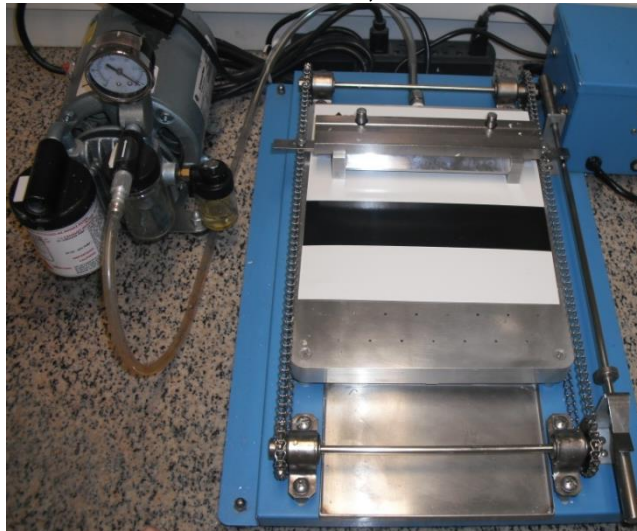
Fonte: FAZENDA, 2005.

#### 4.1.4 Poder de cobertura úmida

Trata-se da capacidade que a película úmida de tinta tem de ocultar o substrato no qual é aplicado, seu resultado é determinado pela quantidade das matérias primas que compõem sua formulação, como cargas minerais e/ou pigmentos no qual pode ser citado o dióxido de titânio como o principal destes.

Este ensaio é executado conforme norma NBR 14943; o poder de cobertura é medido em uma extensão da película de tinta imediatamente após sua aplicação sobre uma cartela de papel com área branca e preta com uso de extensor quadrangular com abertura de 75µm em aplicador de filme automático mostrado na Figura 12, onde através do espectrofotômetro é medido o contraste de cobertura (ABNT, 2003).

Figura 12 – Conjunto aplicador de filme automático, extensor e cartela.



Fonte: Arquivo Laboratório P&D da empresa em estudo.

#### **4.1.5 Estabilidade acelerada**

Este ensaio foi aplicado segundo metodologia interna da empresa em estudo, sabendo que o item 4.2 da norma NBR 15438 fornece uma orientação para aplicação deste procedimento (ABNT, 2013).

Este ensaio tem por finalidade estimar de forma acelerada a estabilidade da tinta ao longo do tempo durante sua armazenagem, possibilitando uma previsão de quanto irá variar suas características iniciais. Essa avaliação permite observações como: comportamento de viscosidade, pH, brilho, cor, aparecimento de sedimentação, flotação, formação de grumos e separação de fases. Neste estudo apenas o comportamento da viscosidade e do brilho foram avaliados durante estabilidade. O ideal é que suas características permaneçam o maior tempo possível minimamente alteradas ou que estas alterações não afetem o desempenho da tinta.

Neste ensaio, a amostra é colocada em um recipiente devidamente fechado e submetida ao calor de uma estufa com circulação de ar a 60°C por um tempo determinado, sendo avaliada nas primeiras 16h e após a cada 7 dias, durante 28 dias, o que vem a simular um tempo de estocagem de 3 anos. As literaturas e normas existentes não são claras em relação a esta correlação, entretanto ela fornece uma boa base para este método.

#### **4.1.6 Aplicação**

Este ensaio leva em consideração a norma NBR 13245 que diz respeito à preparação de superfície (ABNT, 2011).

Após adequação da superfície, a tinta é preparada através de diluição com água, que consiste em diluir 20% em volume para a primeira demão e 10% em volume para as demais. A primeira demão deve ser mais diluída, pois esta tem o efeito de selar e preparar o substrato para as demãos subsequentes. Para efetuar as aplicações, utilizou-se rolo de veludo para aplicação em superfícies lisas, azulejo quarter 20x20cm e placas de vidro nas dimensões 20x20cm. Após secagem, a aplicação é aproveitada para demais avaliações de aderência na película seca e também para o ensaio de resistência ao vapor.

### **4.2 ENSAIOS NA PELÍCULA SECA**

#### **4.2.1 Cobertura seca**

Cobertura seca é a capacidade que a tinta tem de ocultar o substrato no qual é aplicado após secagem completa do filme, seu resultado é determinado pela quantidade das matérias primas que compõem sua formulação, como cargas minerais e/ou pigmentos no qual pode ser citado o dióxido de titânio como principal atuador nesta propriedade.

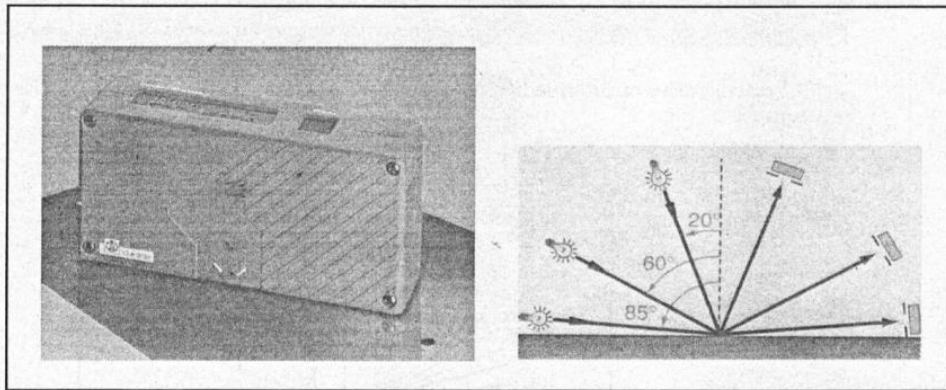
Este método de ensaio é realizado de acordo com a NBR 15314. O objetivo é avaliar o poder de cobertura do filme de tinta após sua secagem, através da extensão da sua película sobre uma cartela com área preta e branca utilizando extensor de barra quadrangular com abertura de 75µm em um aplicador de filme automático através da leitura de sua razão de contraste pelo espectrofotômetro (ABNT, 2006).

#### 4.2.2 Determinação do brilho

A tinta desta pesquisa possui acabamento brilhante, isso torna fundamental o acompanhamento deste parâmetro, considerando também que este é um dos aspectos que pode sofrer maior alteração na película aplicada da tinta seca com o passar do tempo dependendo das condições em que se encontra.

Este ensaio é efetuado segundo diretrizes da NBR15299 com a utilização de um medidor de brilho (Glossmeter) como o da Figura 13 em que o resultado é lido em Unidades de Brilho (UB) (ABNT, 2012).

Figura 13 – Medidor de Brilho (Glossmeter).



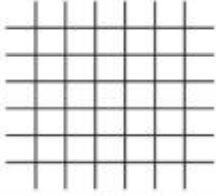
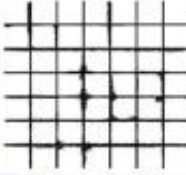
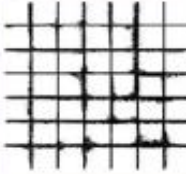
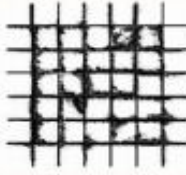
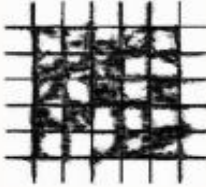
Fonte: FAZENDA, 2005.

#### 4.2.3 Determinação da aderência

Uma das propriedades mais importantes da tinta em estudo é a capacidade que a película depois de seca tem de aderir-se ao substrato no qual foi aplicada. Este atributo é avaliado através do método de ensaio da determinação da aderência no qual é baseada na norma brasileira NBR 11003 (ABNT, 2009).

Utiliza-se o corte em grade, que consiste em efetuar um corte da película de tinta de maneira que se atinja o substrato e perpendicular a este um novo corte formando uma grade (quadriculado). Em seguida a fita adequada é aplicada, fixada e então retirada de maneira firme e uniforme. O resultado é avaliado através do comparativo com a Tabela A.3 presente na NBR 11003 indicada na Figura 14, em que é possível avaliar que quanto menor o grau obtido, maior é a aderência da tinta ao substrato aplicado (ABNT, 2009).

Figura 14 – Destacamento na área quadriculada.

Código	Figura
Gr <sub>0</sub> Nenhuma área da película destacada	
Gr <sub>1</sub> Área da película destacada, cerca de 5 % da área quadriculada	
Gr <sub>2</sub> Área da película destacada, cerca de 15 % da área quadriculada	
Gr <sub>3</sub> Área da película destacada, cerca de 35 % da área quadriculada	
Gr <sub>4</sub> Área da película destacada, cerca de 65 % da área quadriculada	

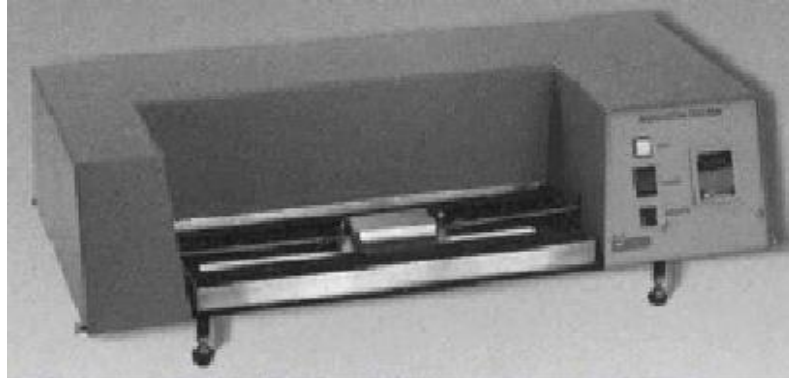
Fonte: ABNT NBR 11003 de 2009.

#### 4.2.4 Determinação da resistência à abrasão úmida

A resistência à abrasão úmida ou lavabilidade como é popularmente conhecida, pode ser descrita pela resistência na qual o filme de tinta aplicado possui ao desgaste provocado pela limpeza efetuada com o uso água mais esponja e/ou outro material abrasivo como produtos domésticos para limpeza.

A avaliação deste requisito é determinada segundo especificações da norma NBR 14940 que descreve o método com utilização de pasta abrasiva. O ensaio é feito com o uso da máquina de abrasão, como a mostrada na Figura 15, e uma escova adequada que faz o movimento de “vai e vem”, sobre a película de tinta aplicada em uma cartela de PVC, correspondendo a um ciclo (ABNT, 2015).

Figura 15 - Máquina de abrasão.



Fonte: ABNT NBR 14940 (2015, p. 2).

#### **4.2.5 Poder de cobertura de tinta seca**

A determinação do poder de cobertura da película seca da tinta em estudo foi avaliada conforme a NBR 14942, este ensaio também é conhecido por rendimento da tinta, pois permite verificar teoricamente através de seu resultado quantos litros por  $m^2$  por demão a tinta irá desempenhar. Para os efeitos desta Norma aplicam-se as seguintes definições: poder de cobertura de uma película seca de tinta é a área máxima aplicada ( $m^2$ ) por unidade de volume (L) que apresente razão de contraste de 98,5%. (ABNT, 2016).

#### **4.2.6 Resistência a radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado**

A norma NBR 15380 é a que determina as especificações para a realização deste ensaio. Tendo-a como base, em apenas poucos dias ou semanas com a utilização de uma câmara UV de teste de envelhecimento acelerado conforme mostrado na Figura 16, é possível reproduzir o dano que ocorre ao longo de meses ou anos ao ar livre. Este equipamento expõe o corpo de prova a ciclos de luz e umidade controlados e temperatura elevada (ABNT, 2015).

Figura 16 - Câmara UV de teste de envelhecimento acelerado.b



Fonte: Arquivo Laboratório P&D da empresa em estudo.

#### **4.2.7 Determinação da absorção de água por capilaridade**

Dentre as características importantes que a tinta em estudo deve apresentar é a sua capacidade de proteger o substrato contra a ação de agentes agressivos, principalmente da água tanto em seu estado líquido quanto em forma de vapor.

Sob esse princípio e com base na normativa internacional EN ISO 15148 de 2002, a velocidade de transmissão da água líquida é avaliada usando um substrato de argamassa porosa, revestido em uma das suas faces com a tinta teste. Os corpos de prova são imersos em água, sob condições controladas, e pesados a intervalos de tempos adequados até a saturação. A velocidade de transmissão da água líquida é determinada a partir da variação da massa, dada pela absorção de água por unidade de área em função da raiz quadrada do tempo. Classifica-se o revestimento segundo essa velocidade que é coeficiente de capilaridade obtido.

#### **4.2.8 Determinação de propriedades de transmissão de vapor de água**

Os principais mecanismos que regem o transporte de umidade numa parede são na fase líquida a capilaridade quando o material é posto em contato com água e, a difusão de vapor no interior dos poros que condicionam o transporte de umidade.

Este método de ensaio, baseado na norma europeia EN ISO 12572 de 2001, tem como objetivo determinar a velocidade de transmissão de vapor de água

da tinta em estudo, a respectiva espessura de ar equivalente e classificar o revestimento segundo essa velocidade.

Neste teste, determina-se a velocidade de transmissão de vapor de água, que traduz a massa de vapor de água que atravessou a película de tinta por unidade de área num determinado período de tempo, e a espessura de ar de difusão equivalente, em metros.

A importância da obtenção deste resultado sobre a tinta em estudo se deve ao fato de que a mesma tem como indicação a aplicação em ambientes com elevadas taxas de umidade.

#### **4.2.9 Resistência a abrasão por queda de abrasivo**

Por se tratar de uma tinta que também possui indicação para aplicação em pisos e áreas que possuem tráfego leve a médio, é necessário certificar que a mesma possui resistência ao desgaste diário causado por este tráfego. Desta maneira, o ensaio de abrasão pelo método de queda de abrasivo é realizado com base nos requisitos estabelecidos no item 4.9 da norma NBR 15438 em que seu objetivo é avaliar a resistência à abrasão de uma tinta para aplicação em pisos, por ação de um abrasivo fluindo em queda livre através de um abrasímetro (ABNT, 2013).

#### **4.2.10 Resistência ao vapor de água**

Este ensaio foi realizado segundo metodologia interna da empresa em estudo, para testar o comportamento da película da tinta seca em contato com vapor de água através de metodologia interna, colocando-a em uma situação extrema, com vapor intenso e temperatura elevada de 90°C, visto que um dos propósitos da tinta em estudo é a aplicação em ambientes com alta taxa de umidade.

Devem ser aplicadas três demãos da tinta sobre uma placa de vidro respeitando um intervalo de secagem entre demãos de no mínimo três horas. Após a última demão, aguarda-se a secagem por 140 horas e coloca-se a mesma em contato direto com vapor d'água, estando as placas a uma distância aproximada de

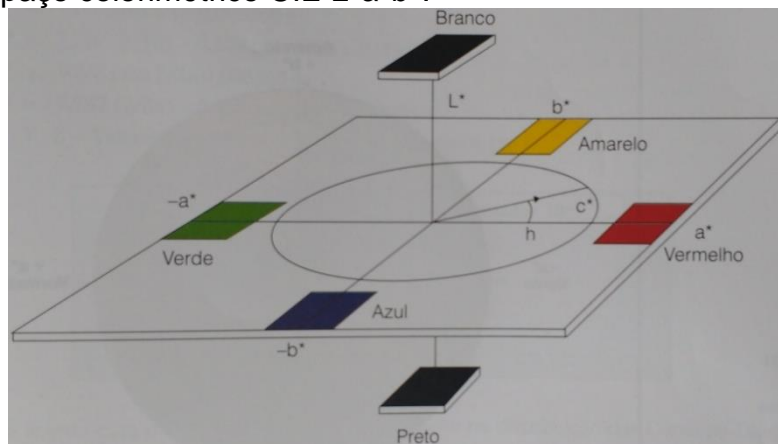


10 cm da água quente que irá produzir o vapor. A cada 3 horas, o mesmo é retirado e então é realizada a medida do brilho, até que se complete um período de 11 horas de exposição. Ao completar o ciclo de 11 horas, aguarda-se o tempo de 2 horas e realiza-se o ensaio de aderência das aplicações que foram expostas.

#### 4.2.11 Determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental

A determinação da cor está intimamente ligada ao desenvolvimento e produção de tintas de qualquer finalidade, visto que uma de suas funções é colorir além de proteger determinado substrato. Para tintas, a medida da cor é feita de maneira instrumental pelo equipamento espectrofotômetro através do sistema CIE  $L^*a^*b^*$  mostrado na Figura 17, em que o  $L^*$  refere-se à luminosidade, o  $a^*$  à escala de vermelho a verde, com valores positivos para cores avermelhadas e negativos para cores esverdeadas, o  $b^*$  à escala de amarelo a azul, com valores positivos para cores amareladas e negativos para cores azuladas. Esta avaliação é realizada sobre a película de tinta seca, e é baseada na NBR 15077 (ABNT, 2004).

Figura 17 – Espaço colorimétrico CIE  $L^*a^*b^*$ .



Fonte: Fazenda, 2005.

#### 4.2.12 Resistência ao crescimento de fungos na superfície de revestimentos em câmara tropical

Uma das causas das patologias na qual os sistemas de pintura estão sujeitos é o crescimento de mofo causado por fungos e favorecido por ambientes úmidos. Este método de ensaio visa avaliar de forma acelerada o quanto a película

de tinta aplicada é resistente ao aparecimento destes microorganismos por meio do uso de uma câmara tropical que simula condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento dos fungos. Sua aplicação é baseada na ASTM d3273-82 e sua importância se deve ao fato de, como já mencionado, a tinta em estudo ser dirigida a aplicação de ambientes úmidos.

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO INICIAL DAS AMOSTRAS DOSIFICADAS

Utilizando a metodologia descrita, realizou-se a caracterização das amostras estudadas juntamente às amostras de referência e obtiveram-se os resultados que se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização inicial das amostras.

Amostras ensaiadas	Componente Ativo (%)	Viscosidade (KU)	pH	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Brilho (UB)
A1	X	86	8,78	1,20	46
A2	2X	86	8,54	1,20	46
A3	3X	85	8,52	1,20	47
A4	4X	86	8,60	1,19	48
A5	2X	86	8,55	1,20	45
A6	3X	85	8,50	1,20	45
Referência 1	-	93	8,28	1,17	46
Referência 2	-	112	9,02	1,21	59

Fonte: a autora, 2017.

Conforme resultados apresentados na Tabela 4, a variação no percentual do componente ativo não interfere no valor dos ensaios de caracterização.

### 5.2 ENSAIOS PREMILIMINARES DE DESEMPENHO

#### 5.2.1 Determinação da aderência

Na Tabela 5 são apresentados os resultados para a determinação da aderência realizada conforme mencionado na metodologia.

Tabela 5 – Resultados da determinação de aderência sobre vidro e sobre azulejo

Amostras ensaiadas	Componente Ativo (%)	Vidro	Azulejo
A1	X	Gr 3	Gr 3
A2	2X	Gr 2	Gr 1
A3	3X	Gr 1	Gr 1
A4	4X	Gr 0	Gr 0
A5	2X	Gr 1	Gr 0
A6	3X	Gr 1	Gr 0
Referência 1	-	Gr 2	Gr 4
Referência 2	-	Gr 2	Gr 1

Fonte: a autora, 2017.

Conforme NBR 11003, quanto menor o grau obtido melhor é a aderência da tinta aplicada ao substrato (ABNT, 2009). Os valores obtidos entre as amostras A1, A2, A3 e A4 mostram que ao aumentar a porcentagem do componente ativo obtém-se uma melhora no grau de aderência, ou seja, há um menor grau obtido. Nas amostras A5 e A6, mesmo tendo a variação da porcentagem do componente ativo, apresentaram resultados similares entre si e um melhor desempenho em relação às amostras de mesma porcentagem A2 e A3.

### 5.2.2 Resistência a abrasão úmida

Na Tabela 6, está apresentado o desempenho em resistência a abrasão úmida pelo método de pasta abrasiva.

Tabela 6 – Resultado resistência a abrasão úmida.

Amostras ensaiadas	Componente ativo (%)	Lavabilidade (ciclos)
A1	X	217
A2	2X	281
A3	3X	285
A4	4X	228
A5	2X	250
A6	3X	243
Referência 1	-	211
Referência 2	-	189

Fonte: a autora, 2017.

Não existe um critério mínimo de desempenho para tintas com a mesma finalidade da tinta em estudo, no entanto, a norma NBR 15079, traz a especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas látex para edificações não industriais das linhas econômica, standard fosca e premium fosca, que são as tintas acrílicas convencionais. Nela está descrito que uma tinta acrílica para ser classificada como premium, deve ter um resultado para resistência a abrasão úmida com pasta abrasiva de no mínimo 100 ciclos, no caso da standard no mínimo 40 ciclos com pasta abrasiva e econômica 100 ciclos sem pasta abrasiva (ABNT, 2011).

Desta forma, visto que se trata de uma tinta brilhante, os resultados obtidos para a tinta em estudo revelam que seu desempenho é muito superior ao desempenho de tintas convencionais, independente da quantidade de componente ativo na formulação, indicando que a mesma tem melhor condição de resistir quando sujeita a uma situação necessária de limpeza intensa.

### **5.2.3 Resistência ao vapor de água**

Para este método de ensaio, os parâmetros a seguir foram avaliados e obtidos de acordo com metodologia relatada neste trabalho.

#### **5.2.3.1 Avaliação do comportamento do brilho ao longo do tempo em exposição ao vapor de água**

O teste de resistência ao vapor de água foi executado avaliando-se o brilho segundo informado na metodologia e seus resultados são observados na Tabela 7.

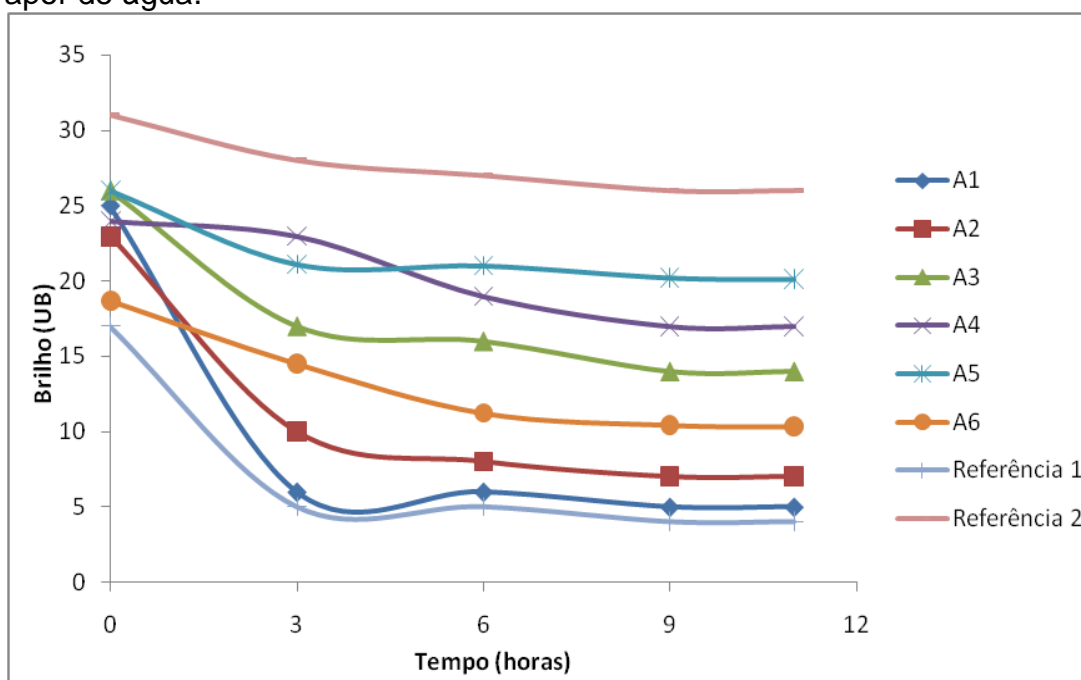
Tabela 7 - Avaliação de brilho em UB durante ensaio de resistência ao vapor de água.

Amostras ensaiadas	Inicial	3h	6h	9h	11h
A1	25	6	6	5	5
A2	23	10	8	7	7
A3	26	17	16	14	14
A4	24	23	19	17	17
A5	26	21	21	20	20
A6	19	15	11	10	10
Referência 1	17	5	5	4	4
Referência 2	31	28	27	26	26

Fonte: a autora, 2017.

O gráfico da Figura 18 é obtido a partir dos dados da Tabela 7, o mesmo permite melhor verificar a variação do brilho ao longo do tempo de exposição ao vapor de água.

Figura 18 - Gráfico da variação de brilho ao longo do tempo no ensaio de resistência ao vapor de água.



Fonte: a autora, 2017.

Conforme está apresentado no gráfico da Figura 18, entre as amostras A1, A2, A3 e A4 percebe-se que quanto maior o percentual de componente ativo, maior a capacidade de conservar a característica de brilho em exposição direta ao vapor. Ainda pode-se observar que as amostras A1, A2, e Referência 1, tiveram

comportamento similar, apresentando uma diminuição acentuada logo nas 3 primeiras horas de exposição, com leve diminuição nas horas seguintes. A amostra A6 pode também fazer parte deste grupo por apresentar queda inicial acentuada até seis horas de ensaio, mantendo-se estável no restante do ensaio.

A amostra A5 apresentou melhor resultado dentre as amostras ensaiadas, com uma pequena queda nas três primeiras horas, porém, mantendo-se quase que estável durante o restante do ensaio, o que foi similar a Referência 2, apesar do brilho inicial desta ser maior, que se sobressaiu entre todas as amostragens.

#### 5.2.3.2 Determinação da aderência após exposição ao vapor de água

A aderência foi avaliada após a secagem de 140 horas, 11 horas de exposição ao vapor e 2 horas após retirada da exposição ao vapor. O teste implica em uma situação extrema, com o intuito de criar o máximo de dificuldade na qual a tinta em estudo seja capaz de superar. Os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 – Determinação da aderência após exposição ao vapor de água

Amostras ensaiadas	Grau de aderência antes do vapor	Grau de aderência após vapor
A1	Gr 3	>Gr4
A2	Gr 2	Gr3
A3	Gr 1	Gr2
A4	Gr 0	Gr 1
A5	Gr 1	Gr 1
A6	Gr 1	Gr 0
Referência 1	Gr 2	>Gr4
Referência 2	Gr 2	Gr4

Fonte: a autora, 2017.

Os resultados apresentados na Tabela 8, para as amostras A1, A2, A3 e A4, indicam que quanto maior a porcentagem do componente ativo, maior a durabilidade do filme de tinta mesmo após a exposição ao vapor de água pelo período de 11 horas. As Referências 1 e 2, apresentaram comportamento inferior às demais amostragens nesse quesito. As amostras A5 e A6, tiveram comportamento

similar entre si, com boa durabilidade apesar da variação de ativo entre as mesmas visto que estas têm a mesma percentagem das amostras A2 e A3.

Ressalta-se que, relacionando o resultado obtido antes do vapor com o resultado após o vapor, todas as amostragens tiveram decréscimo no desempenho em aderência após exposição ao vapor, com exceção das amostras A5 e A6 que se mantiveram estáveis.

#### 5.2.4 Estabilidade acelerada

Neste método de ensaio, os parâmetros a seguir foram avaliados conforme metodologia descrita neste trabalho.

##### 5.2.4.1 Comportamento da viscosidade durante ensaio de estabilidade

A Tabela 9 mostra a variação dos resultados de viscosidade durante o ensaio de estabilidade no decorrer do período de 28 dias.

Tabela 9 – Comportamento da viscosidade em KU durante ensaio de estabilidade.

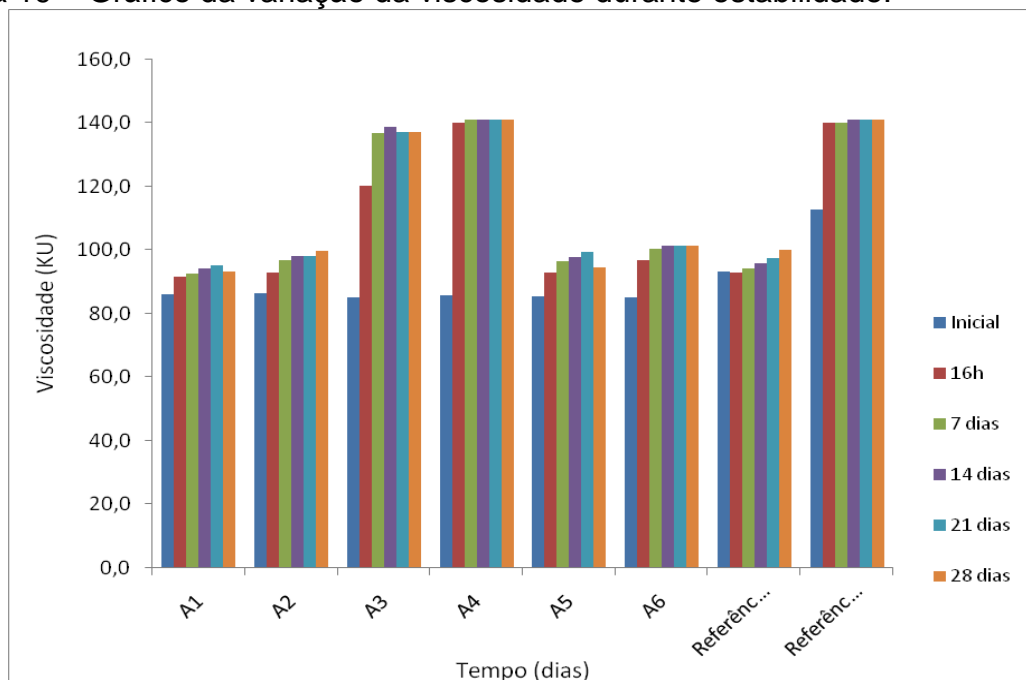
Amostras ensaiadas	Inicial	16h	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	Variação ( $\Delta V$ )
A1	86	91	93	94	95	93	7
A2	86	93	97	98	98	100	14
A3	85	120	137	138	137	137	52
A4	86	140	141	141	141	141	55
A5	86	93	96	98	99	94	8
A6	85	97	100	101	101	101	16
Referência 1	93	93	94	96	98	100	7
Referência 2	112	140	140	141	141	141	29

Fonte: da autora, 2017.

A coluna nomeada como  $\Delta V$  na Tabela 9 se refere à variação da viscosidade e mostra o aumento de viscosidade em relação ao valor inicial após o período de 28 dias, portanto os resultados obtidos foram reunidos no gráfico da Figura 19 para melhor avaliar o impacto do aumento da viscosidade ao longo do tempo.



Figura 19 – Gráfico da variação da viscosidade durante estabilidade.



Fonte: a autora, 2017.

Considerando que todas as amostras partem de valores de viscosidade iniciais próximos, com exceção da Referência 2, observa-se através do gráfico da Figura 19 que a amostra A4 teve um aumento brusco na sua viscosidade logo nas primeiras 16h de ensaio, isto porque a mesma sofreu gelatinamento perdendo suas propriedades de viscosidade mantendo este aspecto até o fim do ensaio, visto que uma vez que a amostra de tinta sofre gelatinamento não tem sua característica inicial recuperada. A amostra A3 também mostrou um grande aumento nas primeiras 16h, em menor intensidade que a amostra A4 e sem gelatinamento, este problema veio ocorrer apenas aos 7 dias de ensaio apresentando então o mesmo aspecto da amostra A4. Estes resultados foram similares aos da Referência 2.

As demais amostras, inclusive a Referência 1 apresentaram pequena variação não ultrapassando a marca de 102 KU indicando que estão estáveis durante todo o ensaio.

#### 5.2.4.2 Comportamento do brilho durante ensaio de estabilidade

A avaliação de brilho durante o ensaio de estabilidade forneceu os resultados mostrados na Tabela 10.

Tabela 10 – Variação do brilho em UB na estabilidade.

Amostras ensaiadas	Brilho Inicial	Brilho após 28 dias	Variação ( $\Delta$ UB)
A1	46	50	4
A2	46	41	-5
A3	47	39	-8
A4	48	35	-13
A5	45	47	2
A6	45	43	-2
Referência 1	46	30	-16
Referência 2	59	50	-9

Fonte: a autora, 2017.

A coluna denominada variação  $\Delta$ UB na Tabela 10, representa a diferença em unidades de brilho em relação ao valor inicial, após o período de 28 dias. Observa-se um decréscimo do brilho entre as amostras A2, A3 e A4 indicando que quanto maior a porcentagem de componente ativo, maior é o decréscimo de brilho no ensaio de estabilidade, visto que as amostras de referência também mostram este comportamento. Entretanto, isto não ocorreu nas amostras A1 e A5, em que houve uma variação de aumento podendo ser considerado como estável, a amostra A6 também apresentou pequena variação.

### 5.3 CONSIDERAÇÕES DOS RESULTADOS OBTIDOS

Segundo o procedimento de trabalho proposto na metodologia através do fluxograma da Figura 8 houve a necessidade de melhor estudar os resultados até aqui obtidos, a fim de através dos mesmos encontrar a melhor proposta ou o melhor caminho para outras propostas.

Inicialmente, percebeu-se que a presença do componente ativo em maior porcentagem forneceu uma tinta com melhor aderência nos dois substratos avaliados, também no vidro após a exposição ao vapor, e com maior conservação do brilho durante este mesmo ensaio. No entanto, o ensaio de estabilidade mostrou que quanto maior a porcentagem do componente ativo presente na amostra, maior o aumento da viscosidade, chegando ao ponto de gelatinamento, comprometendo a qualidade e manuseio da tinta, além de apresentar a queda na medida do brilho. Desta maneira, observa-se que os resultados foram conflitantes, pois a menor

percentagem fornecia uma tinta estável, porém com falha nos atributos desejados em aderência.

Este fato não procedeu da mesma forma para as amostras A5 e A6 nas quais possuem dosagens iguais as amostra A2 e A3, e diferem apenas pelo processo de adição, elas mantiveram-se estáveis tanto no ensaio de estabilidade quanto no ensaio de resistência ao vapor e ainda apresentaram as características desejadas em aderência.

Assim, surgiu a hipótese de que este fato poderia estar ligado ao processo utilizado na preparação das amostras pois, comparando-se os resultados das amostras preparadas com a adição do componente ativo no final às preparadas com a adição deste no início do processo percebeu-se que as últimas mostraram melhor desempenho, o que gerou a suspeita que de alguma forma o componente ativo poderia estar interagindo com os demais componentes da formulação causando esta instabilidade.

Diante disso a amostra A5 foi escolhida por fornecer o melhor desempenho com a menor dosagem, sendo então levada a ensaios mais críticos juntamente as amostras de Referência 1 e 2.

## 5.4 ENSAIOS ESPECÍFICOS DE DESEMPENHO

A norma atual de especificação de tintas para edificações não industriais, não estabelece requisitos mínimos de desempenho para tintas com a mesma finalidade proposta pela tinta que é o tema tratado. Desta maneira, seu desempenho é comparado com relação às referências, considerando a literatura pesquisada bem como normativas internacionais. Estes ensaios foram denominados como específicos pois foram realizados apenas na amostra selecionada como dosagem ótima.

### 5.4.1 Determinação da absorção de água por capilaridade

O método aplicado foi descrito na metodologia deste trabalho e os resultados apresentados na Tabela 11.

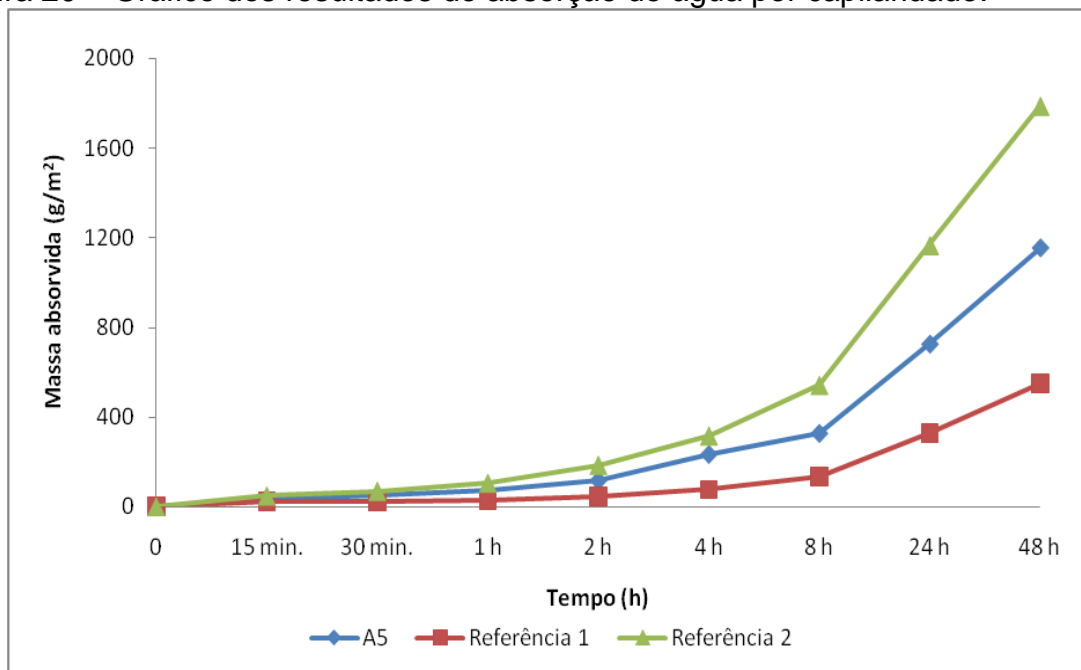
Tabela 11 – Resultados de absorção de água por capilaridade em g/m<sup>2</sup>.

Amostras ensaiadas	0	15 min.	30 min.	1 h	2 h	4 h	8 h	24 h	48 h
A5	0	36	48	72	117	233	327	725	1154
Referência 1	0	22	20	26	46	75	133	325	548
Referência 2	0	48	69	105	185	316	542	1166	1789

Fonte: a autora, 2017.

A partir dos resultados da Tabela 11, construiu-se o gráfico da Figura 20 a fim de melhor avaliar a evolução das amostras durante este ensaio.

Figura 20 – Gráfico dos resultados de absorção de água por capilaridade.



Fonte: a autora, 2017.

Observa-se no gráfico da Figura 20 que a amostra A5 apresentou resultado intermediário em relação às amostras de Referência 1 e 2, portanto a Referência 2 apresentou maior absorção e a Referência 1 menor absorção no período de 48 horas. Os resultados da Tabela 11 também apresentados no gráfico da Figura 20, segundo diretrizes estabelecidas pela norma EN ISO 15148 de 2002, permitem obter o acréscimo de água por absorção capilar (kg/m<sup>2</sup>), em função da raiz quadrada do tempo ( $\sqrt{t}$ ), que é o coeficiente de capilaridade ( $W$ ) (BECERE, 2007).

Portanto, os resultados da tabela 12 são obtidos desta maneira.

Tabela 12 – Resultados de coeficiente de capilaridade  $W$  em  $\text{kg/m}^2.\text{h}^{1/2}$ .

Amostras ensaiadas	Coeficiente de capilaridade ( $W$ ) ( $\text{kg/m}^2.\text{h}^{1/2}$ )
A5	0,15
Referência 1	0,10
Referência 2	0,24

Fonte: a autora, 2017.

Não há normas nacionais que se aplicam à classificação de revestimentos quanto ao desempenho mínimo do coeficiente de capilaridade ( $W$ ), entretanto, a literatura indica que, uma parede ou revestimento isentos de falhas devem apresentar o seguinte valor para funcionar de forma apropriada:  $W \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{h}^{1/2})$ . (KÜNZEL, 2004 apud BECERE, 2007, p.41).

Este número vem da “teoria de proteção das fachadas”, estudo realizado pelo Eng. Helmut Künzel, em que o objeto de suas pesquisas foi o mecanismo de transporte de água e de vapor em uma parede, por ser evidenciado que a água independente de seu estado físico é o principal agente dos danos causado a revestimentos (BECERE, 2007).

Portanto, verifica-se que todas as amostras estão dentro deste critério, no entanto a amostra A5 apresenta resultando intermediário enquanto a Referência 1 apresenta resultado superior e a Referência 2 inferior às demais.

Para uma melhor avaliação, a partir de pesquisas, encontrou-se na norma portuguesa NP EN 1062-3 de 2001, uma classificação quanto à velocidade de transmissão da água líquida que é o coeficiente de capilaridade, conforme mostra a Tabela 13.

Tabela 13 – Classificação quanto a velocidade de transmissão da água líquida.

Classificação	Coeficiente de capilaridade ( $W$ ) ( $\text{kg/m}^2.\text{h}^{1/2}$ )
I (Elevada)	$>0,5$
II (Média)	$0,1 \text{ a } 0,5$
III (Baixa)	$<0,1$

Fonte: NP EN 1062-3 de 2001.

Comparando os resultados obtidos de coeficiente de capilaridade com a classificação da Tabela 13, verifica-se que todas as amostras possuem uma

classificação de velocidade de transmissão de água líquida média ou média absorção de água por capilaridade.

#### 5.4.2 Determinação de propriedades de transmissão de vapor de água

A Tabela 14 mostra os resultados para a determinação de propriedades de transmissão de vapor de água.

Tabela 14 – Resultados de propriedades de transmissão de vapor de água.

Amostras ensaiadas	Velocidade de transmissão - V (g/(m <sup>2</sup> /dia))	Camada de Ar Equivalente - Sd (m)
A5	33	1,14
Referência 1	38	1,05
Referência 2	35	1,22

Fonte: a autora.

Os dados da Tabela 14 apontaram que a amostra A5 apresentou resultado intermediário para ambos os parâmetros em relação às Referências 1 e 2, em que a Referência 1 apresentou-se inferior e a Referência 2 superior para o parâmetro camada de ar equivalente (Sd), e para a velocidade de transmissão de vapor (V) foi o inverso.

Não havendo no Brasil normas que estabeleçam critérios mínimos de desempenho para as propriedades de transmissão de vapor de água, constatou-se em pesquisa à literatura que segundo o Eng. Helmut Künzle nos seus estudos sobre “teoria de proteção das fachadas” apontaram que o limite para permeabilidade de vapor de água, expresso na forma de camada de ar equivalente (Sd) deve ser da ordem de  $\leq 2,0$  m para um revestimento isento de falhas para funcionar de forma adequada (BECERE, 2007).

Assim, todas as amostras avaliadas se encontram dentro deste critério.

Com o intuito de melhor avaliar os resultados obtidos, a Tabela 15 exibe a partir da norma portuguesa NP ISO 7783-2 de 2001 a classificação quanto à velocidade de transmissão de vapor de água de revestimentos por pintura e a respectiva camada de ar equivalente.

Tabela 15 – Classificação quanto à velocidade de transmissão de vapor de água.

Classificação	Velocidade de transmissão V (g/(m <sup>2</sup> /dia))	Camada de Ar Equivalente - Sd (m)
I (Elevada)	> 150	<0,14
II (Média)	15 a 150	0,14 a 1,4
III (Baixa)	<15	>1,4

Fonte: NP ISO 7783-2 de 2001.

Comparando os resultados da Tabela 14 com a classificação da tabela 15, verifica-se que todas as amostras, possuem a classificação média quanto velocidade de transmissão de vapor de água e camada de ar equivalente.

A Tabela 16 mostra os resultados da absorção de água por capilaridade ( $W$ ), camada de ar equivalente ( $S_d$ ) e a correlação dessas duas grandezas: o produto de  $W$  por  $S_d$ .

Tabela 16 – Resultados do produto de  $W \times S_d$ .

Grandeza	Amostras ensaiadas		
	A5	Referência 1	Referência 2
$W$	0,15	0,1	0,24
$S_d$ (m)	1,14	1,05	1,22
$W \times S_d$ (kg/m.h <sup>1/2</sup> )	0,2	0,1	0,3

Fonte: a autora.

Conforme literatura pesquisada, ao aumentar o valor de  $W$  ao limite citado o valor de  $S_d$  deve diminuir, ou seja, se um revestimento absorve maior quantidade de água ( $W$  mais alto) sua permeabilidade ao vapor de água deve aumentar ( $S_d$  mais baixo), para permitir a eliminação por difusão do excesso de umidade. Pelo contrário, se o valor de  $W$  diminui, o valor de  $S_d$  pode ser maior, contudo a relação  $W \times S_d$  estabelecida é  $\leq 0,2$  kg/(m.h<sup>1/2</sup>) (KÜNZEL, 2004 apud BECERE, 2007).

Considerando esses requisitos, cabe ao revestimento apresentar equilíbrio entre a absorção de água e a permeabilidade ao vapor de água.

Portanto, apenas a amostra A5 e Referência 1 se enquadram neste critério, validando a amostra A5 para aplicação em ambientes que possuem umidade.

### 5.4.3 Resistência a abrasão por queda de abrasivo

Na Tabela 17 estão dispostos os resultados obtidos para a resistência a abrasão por queda de abrasivo.

Tabela 17 – Resultados da resistência a abrasão por queda de abrasivo.

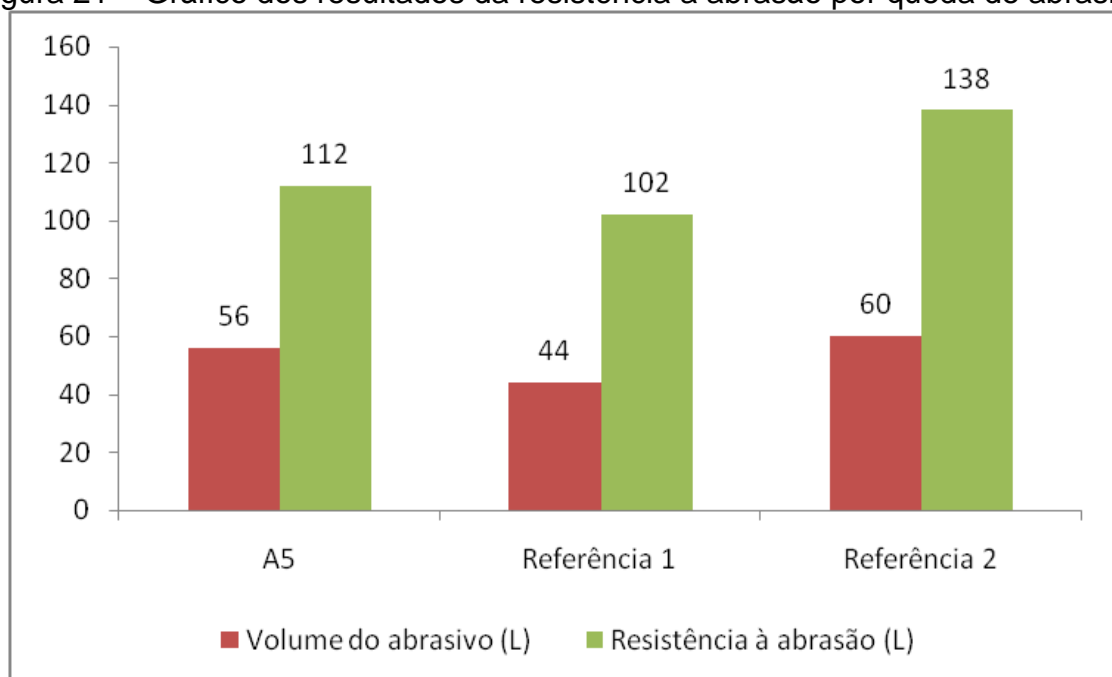
Amostras ensaiadas	Camada (mm)	Volume do abrasivo (Litros)	Resistência à abrasão (Litros)
A5	0,15	56	112
Referência 1	0,13	44	102
Referência 2	0,13	60	138

Fonte: a autora, 2017.

Segundo descrito no procedimento da norma NBR 15438 referente a este ensaio, a medida da espessura da camada é realizada, pois a expressão dos resultados está diretamente ligada a este valor, visto também que o resultado se dá pelo desgaste da película de tinta, desta maneira obteve-se a espessura da camada para cada amostra resultando em valores muito próximos (ABNT, 2013).

Com o intuito de melhor visualizar este parâmetro, o gráfico apresentado na Figura 21 é obtido a partir dos dados da Tabela 17.

Figura 21 – Gráfico dos resultados da resistência a abrasão por queda de abrasivo



Fonte: a autora, 2017.



Para esta avaliação, as normativas nacionais não se aplicam quanto ao critério mínimo de desempenho para tintas cuja finalidade é a mesma proposta pela tinta em estudo, entretanto, subentende-se que quanto maior for o volume de óxido exigido para completar o ensaio maior é a resistência à abrasão, levando em consideração o comparativo entre a tinta em estudo e as referências. Observa-se no gráfico da Figura 21 que a amostra A5 apresenta resultado satisfatório em relação às referências, com um valor superior a Referência 1 e inferior a Referência 2 indicando que está próxima a uma média de mercado.

#### **5.4.4 Resistência a radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado**

Este ensaio foi realizado segundo norma citada na metodologia, em que a variação da cor foi avaliada por medida instrumental, e também o brilho foi medido.

##### **5.4.4.1 Variação de cor - Avaliação do grau de amarelamento**

Devido à percepção visual de amarelamento de todas as amostras em exposição, apenas o grau de amarelamento foi medido, exibido pelos valores de  $b^*$ , medido por espectrofotômetro, que quando positivo indica que a cor está mais voltada para o amarelo. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 18.

Tabela 18 – Resultados do grau de amarelamento em exposição ao intemperismo acelerado – valores de  $b^*$ .

Amostras ensaiadas	Inicial	80h	132h	200h	300h	400h	500h	800h	( $\Delta b^*$ )
A5	1,3	2,5	2,4	2,4	2,6	2,6	2,6	3,3	2,0
Referência 1	0,3	2,1	1,8	1,8	2,0	2,0	2,0	2,4	2,1
Referência 2	0,5	1,2	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,9	1,4

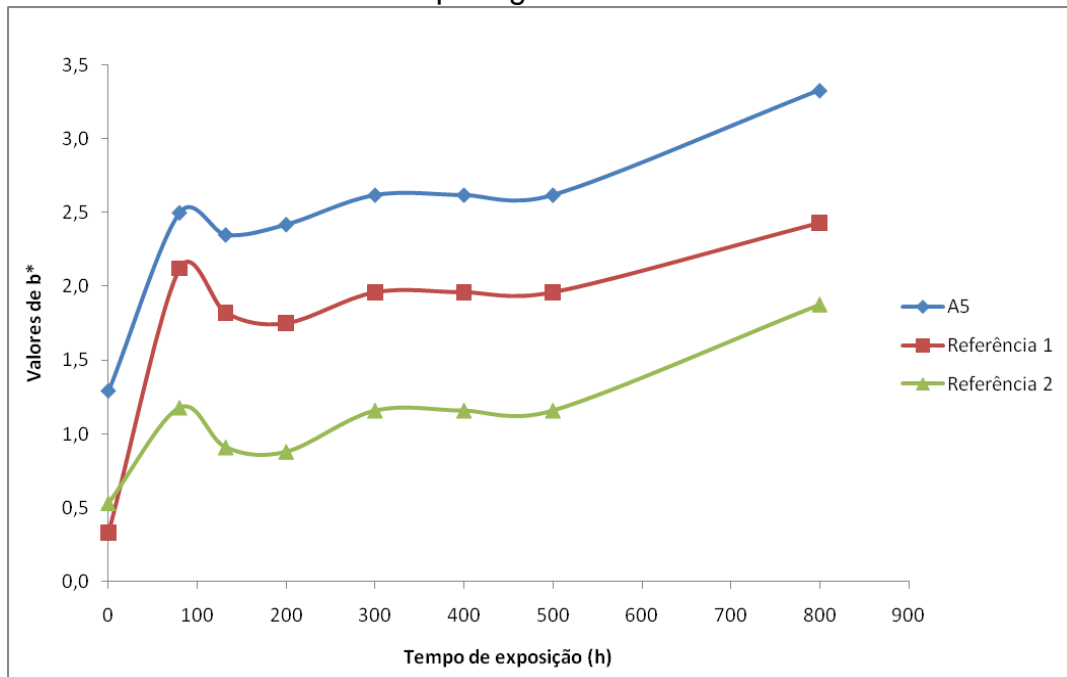
Fonte: a autora, 2017.

A coluna intitulada como  $\Delta b^*$  indica a variação do grau de amarelamento após 800h de exposição em relação à leitura inicial de  $b^*$ . Este dado se torna necessário a fim de mostrar que apesar de a amostra A5 partir de um valor de  $b^*$

maior, ao final todas as amostras apresentaram praticamente a mesma variação, sendo um pouco menor para a Referência 2.

Para uma melhor avaliação da evolução do grau de amarelamento durante a exposição em câmara UV, o gráfico da Figura 22 foi obtido a partir dos resultados da Tabela 18.

Figura 22 – Gráfico dos resultados para grau de amarelamento.



Fonte: a autora, 2017.

Como pode ser observado na Figura 22, embora haja variação, a amostra A5 tem comportamento similar às amostras de Referência 1 e 2. Esta variação se deve ao fato de que na exposição podem aparecer algumas manchas sobre os corpos de prova podendo causar interferência na leitura da cor.

#### 5.4.4.2 Variação do brilho em exposição ao intemperismo acelerado

O brilho também foi avaliado nesta etapa, levando em consideração o comparativo entre proposta e referências com os resultados obtidos apresentados na Tabela 19.

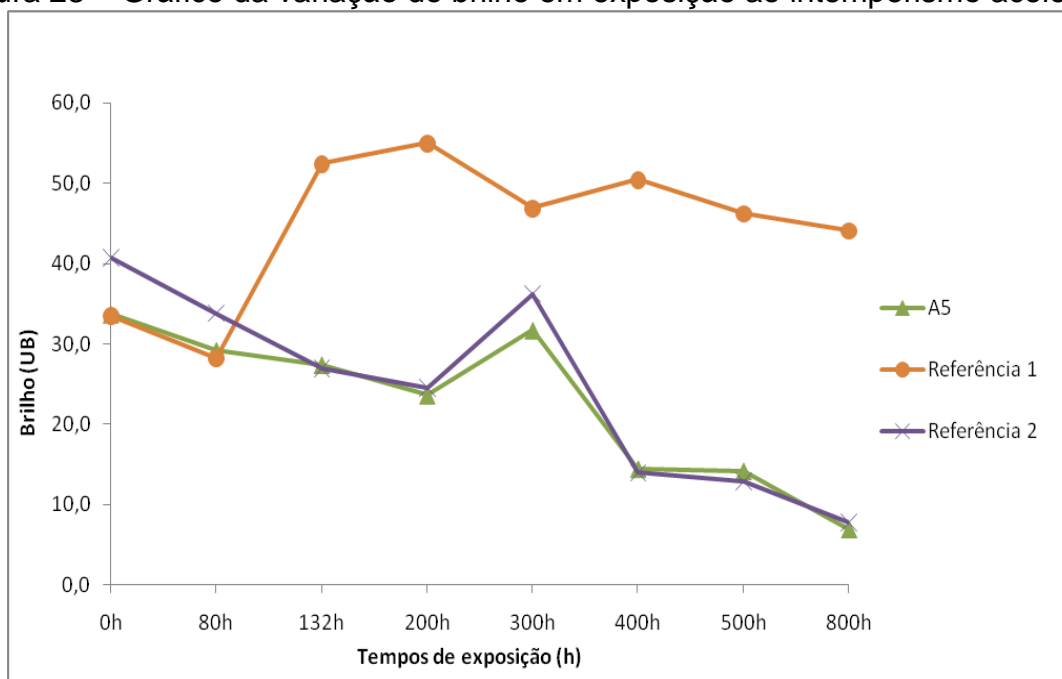
Tabela 19 – Resultados da variação do brilho em UB ao longo do tempo de exposição ao intemperismo acelerado.

Amostras ensaiadas	Inicial	80h	132h	200h	300h	400h	500h	800h
A5	34	29	27	24	32	14	14	7
Referência 1	34	28	52	55	47	50	46	44
Referência 2	41	34	27	25	36	14	13	8

Fonte: da autora, 2017.

A fim de melhor analisar os dados obtidos verificando a evolução da variação do brilho ao longo da exposição, o gráfico da Figura 23 foi construído a partir dos valores da Tabela 19.

Figura 23 – Gráfico da variação do brilho em exposição ao intemperismo acelerado



Fonte: a autora, 2017.

Conforme observa-se na Figura 23, o gráfico exibe um resultado para a amostra A5 quase que idêntico à amostra de Referência 2. A Referência 1, no entanto, apresentou comportamento similar na primeira leitura, porém no restante do ensaio apresentou grande variação ficando muito diferente das demais amostras.

#### 5.4.5 Resistência ao desenvolvimento de fungos

Na Tabela 20 estão os valores fornecidos através da avaliação da resistência ao desenvolvimento de fungos por meio de câmara tropical no período de 56 dias.

Tabela 20 - Resultados obtidos para o ensaio de resistência ao desenvolvimento de fungos.

Amostras ensaiadas	35 dias	42 dias	49 dias	56 dias
A5 sem biocida	0	0	1	2
A5	0	0	0	0
Referência 1	0	0	0	0
Referência 2	0	0	0	0

Fonte: a autora.

A Tabela 21 mostra a escala de critérios para a avaliação de resultados quanto ao crescimento de microorganismos.

Tabela 21 – Critério de avaliação para crescimento de microorganismos.

Classificação	Definição
0	Ausência de crescimento
1	Até 10% de recobrimento do corpo de prova
2	10% a 30% de recobrimento do corpo de prova
3	30% a 50% de recobrimento do corpo de prova
4	50% a 70% de recobrimento do corpo de prova
5	70% a 90% de recobrimento do corpo de prova
6	Acima de 90% de recobrimento do corpo de prova

Fonte: ASTM d3273-82.

Comparando os resultados da Tabela 20 com a classificação da Tabela 21, observa-se que, com exceção da amostra A5 sem biocida, todas as amostras possuem resistência ao desenvolvimento de microorganismos, com a classificação zero em todos os períodos avaliados estando definidas com ausência de crescimento. Ressalta-se que a amostra A5 foi submetida ao ensaio com e sem a presença de biocidas a fim de avaliar o impacto dessa situação em uma formulação. Observa-se a importância do papel do biocida, principalmente para a tinta em estudo que poderá estar sujeita à ambientes úmidos que favorecem o surgimento de mofo.

## 5.5 CARACTERIZAÇÃO FINAL DA PROPOSTA APROVADA

Após serem submetidas aos diversos ensaios de desempenho estudados, ao finalizar o trabalho as amostras passam pela caracterização final que consiste nas avaliações de cobertura úmida, cobertura seca por extensão e poder de cobertura de tinta seca segundo foram descritos na metodologia com os resultados dispostos na Tabela 22.

Tabela 22 – Caracterização final da proposta aprovada.

Amostras ensaiadas	Cobertura seca (%)	Cobertura úmida (%)	Poder de cobertura tinta seca (m <sup>2</sup> /L)
A5	90,2	94,1	6,0
Referência 1	87,7	93,0	4,1
Referência 2	90,5	95,1	6,6

Fonte: a autora, 2017.

Observa-se que a amostra A5 possui resultados muito similares à Referência 2, sendo que a Referência 1 apresenta valores um pouco abaixo das demais amostras avaliadas.

## 6 CONCLUSÃO

O estudo estava centralizado na influencia do componente ativo sobre a tinta em estudo e nas propriedades por ela oferecidas, o que justifica a realização de ensaios que desafiavam seu desempenho de diversas maneiras baseado em normativas.

Na primeira etapa havia duas alternativas de adição deste componente ativo, sendo uma no inicio do processo e outra no final do processo, tendo as variações em suas porcentagens para cada amostra. Neste momento o estudo apontava que quanto maior a porcentagem de componente ativo presente melhor seriam as características desejadas. No entanto, diante dos resultados confrontados no fim da primeira parte do estudo, verificou-se que o ideal seria adicioná-lo no início do processo, cosiderando que este sendo adicionado apenas no final poderia estar interagindo com os outros componentes da formulação causando os efeitos indesejáveis. A partir disso, foi possível chegar a uma dosagem ideal para o componente ativo, aprovando-se para a sequência do estudo a amostra A5, que tem o componente ativo adicionado no início do processo e por ser esta a que mostrou melhor desempenho com menor quantidade de componente ativo visando aqui também o seu custo benefício.

A segunda parte do estudo traz a necessidade de desafiar a amostra escolhida a fim de certificar que a mesma estaria apta a exercer a finalidade proposta. Portanto, diante dos resultados obtidos a tinta em estudo apresentou bom desempenho tanto em relação às especificações determinadas pela literatura pesquisada como em relação às Referências de mercado de mesma finalidade.

O longo estudo mostrou a importância da pesquisa não só em relação aos ensaios necessários para avaliar o desempenho, como também a influência de seu principal componente ativo.

Diante da avaliação de todos os resultados de desempenho obtidos, conclui-se que a amostra escolhida está apta podendo ser aprovada para a sua finalidade proposta.

## REFERÊNCIAS

ADITIVOS Reológicos. **Informação Técnica L-RI 1**, BYK Additives and Instruments, Alemanha, 06/2009. 16 p.

ADITIVOS Dispersantes e Umectantes. **Informação Técnica L-WI 1**, BYK Additives and Instruments, Alemanha, 09/2008, 16 p.

ADITIVOS Des aerantes e Anti-Espumantes. **Informações Técnicas L-DI 1**, BYK Additives and Instruments, Alemanha, 10/2008. 12 p.

A TINTA do futuro já é realidade. **Revista ABRAFATI**, São Paulo, Ano XXI, n. 97, p. 12, Novembro/2013.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM d3273-82**: Standard Test Method for Resistance to Growth of Mold on the Surface of Interior Coatings in an Environmental Chamber. West Conshohocken, PA. USA.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12554**: Tintas para edificações não industriais – Terminologia. 8 p. Rio de Janeiro, 2013. GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 345 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 7353**: Soluções Aquosas – Determinação do pH com eletrodos de vidro. 8 p. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 15382**: Tintas para a construção civil – Determinação da massa específica de tintas para edificações não industriais. 3 p. Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **NBR 14943**: Tintas para a construção civil – Método para avaliação de desempenho do poder de cobertura de tinta úmida. 3 p. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 15438**: Sinalização horizontal viária – Tintas – Métodos de ensaio. 30 p. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 13245**: Tintas para a construção civil – Execução de pinturas em edificações não industriais – Preparação de superfície. 6 p. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15314**: Tintas para a construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Determinação do poder de cobertura em película de tinta seca obtida por extensão. 4 p. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR 15299**: Tintas para a construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Determinação do brilho. 3 p. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 11003**: Tintas – Determinação da aderência. 9 p. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 14940**: Tintas para a construção civil – Método para avaliação de

desempenho de tintas para edificações não industriais – Determinação da resistência a abrasão úmida. 10 p. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_. **NBR 14942:** Tintas para a construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Determinação do poder de cobertura de tinta seca. 8 p. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_. **NBR 15380:** Tintas para a construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Resistência à radiação UV a à condensação de água pelo ensaio acelerado. 9 p. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_. **NBR 15077:** Tintas para a construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental. 4 p. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_. **NBR 15079:** Tintas para a construção civil – Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais – Tintas látex nas cores claras. 4 p. Rio de Janeiro, 2011.

BECERE, Osmar Hamilton. **Revestimento de ligantes sintéticos:** proposta de métodos de ensaios para a avaliação de desempenho. 2007. 202 f. Dissertação (Mestre em habilitação: Planejamento e Tecnologia). Área de concentração: Tecnologia em construção de edifícios – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, São Paulo.

BENDER, Leanora. Architectural Paints. **Encyclopedia of Forensic Sciences**, Elsevier, National Laboratory Center, Ammendale, MD, USA, 2013, p.250-256.

EMULSÕES acrílicas mais estáveis e resistentes. **Tintas e vernizes**, São Paulo, n.268, 82 p., bimestral, ago-set/2013.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN ISO 12572:** Higrothermal Performance of Buildings Materials and Products : Determination of Water Vapour Transmission Properties. 32 p. Switzerland, 2001.

\_\_\_\_. **EN ISO 15148:** Higrothermal Performance of Buildings Materials and Products : Determination of Water Absorption Coefficient by Partial Immersion. 16 p. Switzerland, 2002.

\_\_\_\_. **NP EN 1062-3:** Tintas e vernizes – Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenarias e betão no exterior. Parte 3: Determinação e classificação da velocidade de transmissão da água líquida (permeabilidade), 2001.

\_\_\_\_. **NP EN ISO 7783-2:** Tintas e vernizes – Produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenarias e betão no exterior. Parte 2: Determinação e classificação da velocidade de transmissão de vapor de água (permeabilidade), 2001.



FAZENDA, Jorge M. R. (Coordenador). **Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia**. 3 ed. rev. e ampl. São Paulo: ABRAFATI Editora Edgard Blücher, 2005. 1044 p.

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas Imobiliárias de Qualidade**: livro de rótulos da ABRAFATI. 3 ed. São Paulo: Editora Blücher, 2012. 772 p.

GANDOLFO, Adrien et al. The influence of wall temperature on NO<sub>2</sub> removal and HONO levels released by indoor photocatalytic paints. **Applied Catalysis B: Environmental - Elsevier**, Volume 209, March 2017, p. 429–436.

GARBELOTTO, Paulo. **Solventes Industriais**: Seleção, formulação e aplicação. São Paulo: Editora Edgard Blücher: Rhodia, 2007. 397 p.

HISTÓRICO Tintas Coral. **Centro de Memória Bunge**, Fundação Bunge. 5p. São Paulo, SP. Copyright © 2017. Disponível em: <<http://www.fundacaobunge.org.br/acervocmb/assets/historicos/historico-tintas-coral.pdf>>. Acesso em: 07/06/2017.

KONSTANDT, Felix. **Organic Coatings**: Properties and evaluation, Chemical Publishing Co. New York, N.Y. USA. 1985.

MARIPPAN, Thirumal et al. Influence of titanium dioxide on the thermal insulation of waterborne intumescent fire protective paints to structural steel. **Progress in Organic Coatings - Elsevier**. Volume 111, April 2017, p. 67–74. Maharashtra, India.

NUNES, Ney Vieira. **Pintura industrial aplicada**. Rio de Janeiro: Maity, 1990, 178 p.

O FUTURO das tintas anticorrosivas. **Corrosão e Proteção**, São Paulo, ano 12, n. 56, p. 9-17, abr./mai. 2015.

O SETOR de tintas no Brasil. **ABRAFATI - Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas**. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

PATOLOGIAS. **Tintas de qualidade**: Website de rótulos da ABRAFATI - Linha Imobiliária. São Paulo: Editora Blücher, 2017. Disponível em: <<http://www.tintasimobiliarias.com.br/secao-tecnica/patologias>>. Acesso em: 23 abr 2017.

POLITO, Giulliano. **Principais Sistemas de Pinturas e suas Patologias**. Apostila [documento eletrônico]. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, 2006. Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br/tec3/Apostila%20de%20pintura%20-%20Giulliano%20Polito.pdf>>. Acesso em: 07/06/2017.

PROMOTORES de adesão: Melhor adesão das tintas através dos aditivos. **Informação Técnica L-AI 1**, BYK Additives and Instruments, Alemanha, 09/2008, p.4.

RÁCZ , Francisco Z.; YAMAGA, Washington T. Coatings South America – Back to the Stage. **Farbe und Lack**, Alemanha, abr, 2017. Disponível em: <<https://360.farbeundlack.de/#/zeitschriften/pdf/FARBE+UND+LACK--4.2017>>. Acesso em: 31 mai. 2017.

SILVA, Silvio Domingos da, **Pintura Industrial com tintas líquidas**: WEG apostila curso Desenvolvimento Tecnológico DT 12, rev. 3, 2009, 111 p.

SOUZA, Ana Gabriela R. **Panorama do setor de tintas no Brasil**: Condições e perspectivas no segmento de tintas imobiliárias. 2014. 38 f. Monografia (Bacharel em Administração) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

YAMANAKA, Hélio Tadashi et al. **Tintas e vernizes**: guia técnico ambiental tintas e vernizes – série P + L. São Paulo. 2006. 70 p.